

Új informatikai, adatelemzési módszerek alkalmazása és a
kardiovaszkuláris reaktivitást jellemző paraméterek vizsgálata
kosárlabdázók fizikai terhelése során

Doktori (Ph.D.) értekezés

Rátgéber László

Pécsi Tudományegyetem Egészségtudományi Kar

Egészségtudományi Doktori Iskola

Pécs, 2014

PÉCSI TUDOMÁNYEGYETEM
EGÉSZSÉGTUDOMÁNYI KAR
EGÉSZSÉGTUDOMÁNYI DOKTORI ISKOLA

Doktori Iskola vezető: Prof. Dr. Bódis József

Programvezető: Dr. Verzár Zsófia

Témavezető: Dr. Cziráki Attila

Társ témavezető: Prof. Dr. Bódis József

Új informatikai, adatelemzési módszerek alkalmazása és a
kardiovaszkuláris reaktivitást jellemző paraméterek vizsgálata
kosárlabdázók fizikai terhelése során

Doktori (Ph.D.) értekezés

Rátgéber László

Pécs, 2014.

Tartalomjegyzék

Tartalom

Tartalomjegyzék.....	3
1.BEVEZETÉS - CÉLKITŰZÉSEK	6
2.STATISZTIKAI PARAMÉTEREK ÖSSZEHASONLÍTÓ TANULMÁNYA.....	9
FÉRFI ÉS NŐI KOSÁRLABDA LIGÁK SZÁMÁRA.....	9
SZERBIÁBAN.....	9
2.1. Adatelemzés a sportban.....	12
2.1.2. Adatbányászat	14
2.1.3. Adatkészítési fázis.....	16
2.2. Az alapvető kosárlabda-paraméterek összehasonlító elemzése	17
2.3. Bizonyos paraméterek hatása a mérkőzés végeredményére	20
2.3.1. Az egypontos dobás hatása	21
2.3.2. A kétpontos dobószázalék hatása.....	22
2.3.3. A hárompontos dobószázalék hatása.....	24
2.3.4. A védőlepattanó hatása	26
2.3.5. A támadólepattanó hatása	28
2.3.6. Az assziszt hatása.....	30
2.3.7. A labdaszerzés hatása.....	31
2.3.8. A leindulások hatása	33
2.3.9. A blokkok hatása.....	34
2.4. Következtetések	35
2.5. Modell Értékelési Szakasz	36
3.EDZŐI DEMONSTRÁCIÓS ÉS MODELLEZÉSI RAJZTÁBLA ÉS KOSÁRLABDA MODELLEZÉSI PROGRAM	38
3.1. A technológia fejlődése a kosárlabda-ellenfelek felderítésében	39
3.2 A kosárlabda-edzői demonstrációs-modellezési tábla és program bemutatása.....	41
a..... Beszámoló nyomtatása	47
b..... A grafikus modellező program használatának összefoglalása	48
4.A KARDIOVASZKULÁRIS REAKTIVITÁST JELLEMZŐ PARAMÉTEREK VIZSGÁLATA KOSÁRLABDÁZÓK FIZIKAI TERHELÉSE SORÁN.....	50
4.1. Az artériás stiffness.....	50
4.2. Az artériás funkció vizsgálata – elméleti háttér	50

4.3. A vizsgálatok során alkalmazott módszerek	52
Az artériás stiffness mérése oscillometriás elven alapuló készülékkel	52
4.3.1. Az augmentációs index	54
4.3.2. Validáció	55
4.3.3. Az echocardiographia.....	55
6.1. Vizsgált egyének, vizsgálómódszerek	61
Artériás stiffness (Arteriográf).....	62
Echokardiográfia.....	62
6.2. Eredmények	62
3. a.....	68
3. b.....	68
3. c.....	68
6.5. Megbeszélés	69
A dolgozat új eredményei és megállapításai	72
Irodalomjegyzék.....	73
A PhD disszertáció alapjául szolgáló közlemények.....	82
Köszönetnyilvánítás.....	84
DOKTORI ÉRTEKEZÉS BENYÚJTÁSA ÉS NYILATKOZAT A DOLGOZAT	
EREDETISÉGÉRŐL.....	85

Rövidítések Jegyzéke

ACC	-	Arteria carotis communis
ACD	-	Arteria carotis dextra
a. fem.	-	Arteria femoralis
a. fem. d.	-	Arteria femoralis dextra M, fiú; F, leány;
PP _{ao}	-	Centrális pulzusnyomás
Aix _{ao}	-	Aorta augmentációs index
MS	-	Manubrium sterni
Jug	-	Jugulum
Jug-Sy	-	Jugulum-symphysis távolság
PWV _{ao}	-	Aorta pulzushullámterjedési sebesség (aortic pulse wave velocity)
SBP _{ao}	-	Centrális (aorta) systolés vérnyomás (aortic systolic blood pressure)
SBP _{brach}	-	Perifériás (brachialis) systolés vérnyomás (brachial systolic blood pressure)
TEM	-	a mérés technikai hibája (technical error of measurement)
BMI	-	Testtömeg index (Body Mass Index)
BSA	-	Testfelszín (Body Surface Area)
cIMT	-	Arteria carotis intima-media vastagság (carotis Intima-Media Thickness)
CW	-	Folyamatos hullámú doppler echográfia (Continuous Wave)
FMD	-	Áramlás indukálta értágulat (Flow-Mediated Vasodilation)
HR	-	Percenkénti pulzusszám (Heart Rate)
EVA	-	Korai érrendszeri öregedés (Early Vascular Aging)

1.BEVEZETÉS - CÉLKITŰZÉSEK

A kosárlabdában két biztos statisztikai mutató van: a mérkőzés előtt mindkét csapatnak 50-50% esélye van a győzelemre, és az a csapat fog nyerni, aki kevesebb pontot kap, és többet dob ellenfelénél. Bár ez az egyszerű alapképlet még mindig igaz a világ egyik legnépszerűbb sportágára, a technológia fejlődése lehetővé tette, hogy a játék szinte minden elemét számokban képezzük le, a játékosok és a csapat egészének teljesítményét statisztikai adatok és algoritmusok alapján értékeljük. Az ellenfelek feltérképezését már nem csak videófelvételek szolgálják, a játékosok várható mozgása előjelezhető, grafikusan leképezhető, egyre cizelláltabb programok segítik a felkészülést egy-egy mérkőzésre. Az eredményesség érdekében a kosárlabdaedzőknek nem csak a sportág sportszakmai fejlődését kell nyomon követniük, hanem tisztában kell lenniük a legújabb edzés- és felkészülés-támogató technológiákkal, és a programokat hatékonyan használniuk. Európa topcsapatainál sokszor az edzők mellett dolgozó speciális szakemberek végzik az ellenfelek teljes körű feltérképezését, és összetett tanulmányokat készítenek egy-egy kulcsfontosságú mérkőzés előtt az edzők és játékosok számára. Az eredményes, modern kosárlabda ma már elképzelhetetlen ezen technológiák nélkül.

Dolgozatom első fejezetében egy kvantitatív kutatással szeretném bizonyítani az adathalászat módszerének hasznosságát és alkalmazásának módját a kosárlabdában. A kutatás során arra a kérdésre kerestem a választ, statisztikailag mely paraméterek mennyire rendelkeznek befolyással a mérkőzés végkimenetelével kapcsolatban, illetve kimutatható-e különbség ezen szempontból a férfi és női mérkőzésekre nézve.

Dolgozatom második fejezetében egy olyan programcsomagot mutatok be, amely a statisztika számsorainál mélyebb és részletesebb betekintést enged a kosárlabdában alkalmazott taktikai lépésekbe, lehetővé teszi helyzetek elemzését és létrehozását, videofelvételek visszanézését, és azok grafikai leképezését.

Dolgozatom első felének célkitűzései a következőkben foglalhatók össze:

1. A szerb első ligás férfi és női bajnokság 2011/2012-es bajnokságának statisztikai összehasonlítása a legfontosabb kosárlabda-paraméterek alapján, majd annak meghatározása, mely paraméterek vannak a legnagyobb befolyással a mérkőzés végkimenetelére.

2. Az Edzői Demonstrációs és Modellezési Rajztábla és Kosárlabda Modellezési Program bemutatása.

Az artériás érfali funkció non-invazív vizsgálatát igen széles körben alkalmazzák a felnőtt populációban az egyéni szív- érrendszeri betegségekre vonatkozó kockázatbecslés folyamatában, valamint a célszerv károsodások megítélésében (42). A leggyakrabban vizsgált és az irodalomban széles körben citált paraméterek az artériás falmerevség (aortic stiffness) – mely az aorta pulzushullámterjedési sebességgel (aortic pulse wave velocity, PWV_{ao}) jellemezhető. Meghatározható a teljes perifériás érellenállás – mely az aorta augmentációs indexszel (aortic augmentation index, Aix_{ao}) írható le. Ezen túlmenően kalkulálható a centrális (aortás) szisztolés vérnyomás (aortic systolic blood pressure, SBP_{ao}), és a centrális pulzusnyomás (aortic pulse pressure, PP_{ao}) is (60, 62, 71, 72). Jelentősen szaporodik azon közlemények száma, melyek igazolják az artériás érfali funkció változását különböző gyermekkori kórképekben is, így pl: korai atherosclerosis (11), obesitás és familiáris hypercholesterinaemia (74) esetében. Jelenleg az irodalomban csak kisszámú egészséges gyermek- és serdülőkorú egyénről közöltek artériás érfali funkciós értékeket, akik legtöbbször csupán kontrollként szolgáltak a vizsgált betegcsoportokhoz. Ezen túl a mérések különböző módszerrel történtek, és az adatok az életkori, valamint antropometriai jellemzők eloszlása tekintetében sem voltak kiegyensúlyozottak. A harmadik és negyedik fejezet a sportolóknál is különösen fontos fizikai paraméterének méréséről, az artériás stiffnessről, vagyis az artériák rigiditásáról, és a fizikai terhelés hatására válaszreakcióként bekövetkező érfali reaktivitás vizsgálatáról szól. Ezeket a vizsgálatokat egy újonnan kifejlesztett, non-invazív, oklúzív-oszcillometriás elven működő, invazív módon is validált műszerrel (Arteriográf®, TensioMed Kft., Budapest), végeztük, mely kis mérete miatt hordozható, könnyen kezelhető (31). A mérési folyamat, amely teljes mértékben automatizált és felhasználó-független, gyors és fájdalomtalan, ezáltal még a kosárlabda pályán az edzés körülmények között is elvégezhető.

Ennek megfelelően a dolgozat második felének – amelyet részletesen a negyedik és ötödik fejezetben fejtünk ki – célkitűzései a következőkben foglalhatók össze:

1. Az aorta pulzushullám-terjedési sebesség értékeinek meghatározása egészséges, normális testsúlyú és normális vérnyomású 3-18 éves fiú populációban. A meghatározott referencia értékek elemzése.
2. Vizsgálatunk célja volt továbbá, hogy összehasonlítást végezzünk az artériás érfali funkciót jellemző paraméterek tekintetében fiatal sportolók és életkori eloszlás, valamint antropometriai jellemzők tekintetében jól kiegyensúlyozott fiatal egészséges önkéntesek között, nyugalomban.
3. Megvizsgáltuk különböző korcsoportú (11-16 év), fiatal kosárlabdázóknál az edzés szituációban alkalmazott, különböző típusú (izometriás, dinamikus) terhelés hatását az aorta pulzushullám terjedés sebesség (PWV_{ao}) és az augmentációs index (AI_{xao}) értékek változására.

2. STATISZTIKAI PARAMÉTEREK ÖSSZEHAISONLÍTÓ TANULMÁNYA

FÉRFI ÉS NŐI KOSÁRLABDA LIGÁK SZÁMÁRA

SZERBIÁBAN

A kosárlabda az egyik legnépszerűbb sportág. Egy kosárlabda-mérkőzés alatt a statisztikusok hatalmas mennyiségű információt rögzítenek, segítve ezzel az edzőket és a játékosokat abban, hogy játékuikat javíthassák és elemezhessek az ellenfelet azért, hogy a következő mérkőzésre felkészülhessenek. Az információ mennyisége és komplexitása miatt a kosárlabda ideális diszciplína az adatbányászat módszereinek alkalmazására, különös tekintettel a neurális hálózatokra, amelyek képessé tesznek arra, hogy ezekből az adatokból ismereteket meríthessünk, ill. következtetéseket vonhassunk le. A jelen dolgozat első részében statisztikailag összehasonlítottuk az első ligás férfi és női szenior ligákat Szerbiában a 2011/2012-es bajnokságban és ezekből az adatokból meghatároztuk bizonyos paraméterek befolyásának mértékét a mérkőzés kimenetelével kapcsolatban. Arra a következtetésre jutottunk, hogy a leginkább befolyásoló paraméter a támadólepattanóval kapcsolatos mindkét ligában. A férfi kosárlabdában ezután a hárompontos dobás, majd a kétpontos dobás, végül az egypontos (büntető) dobás következik. A nőknél a védőlepattanó, a kétpontos dobás, majd az ellentámadások a sorrend.

»Nem hiszek a statisztika vezetésének hasznosságában. Az egyetlen statisztika a végső eredmény.«

Ez valaha érvényes volt azért, mert az ellenfél sem vezetett vagy használt statisztikát. Ellenben az idő folyamán minden megváltozott. A végső eredmény még mindig a legfontosabb, de az, hogy ezt hogyan érjük el, felértékelődött.

A kosárlabda egy csapatsport, amely specifikus követelményeket támaszt adott poszton játszó játékosokra, antropológiai státuszukat figyelembe véve. Ezért a játékosok bizonyos kritériumok szerinti kiválasztása az edző egyik legfontosabb feladata. A játéktapasztalat, amely a kosárlabdázás gyakorlatából ered, megmutatja, hogy minden poszt bizonyos fokú fejlettséget követel meg a játékosok antropológiai státuszával kapcsolatban, amelynek hatása van a játék hatékonyságára. Az idény elején az edzők

leginkább olyan statisztikai jelentések iránt érdeklődnek, amelyek a játékosokat, mint egyéni paraméterekkel rendelkező entitásokat elemzik és értékelik. Amikor kialakul bennük egy kép a játékosok erősségéről és gyengeségéről, az érdeklődésük a csapat, mint egység felé irányul. Azt szeretnék megtudni, hogy mennyire jó a csapat. Ezért a csapatra vonatkozó statisztikák válnak fontossá, hiszen a kosárlabda mégis csak egy csapatsport. Végül tudatában annak, hogy a különböző statisztikai jelentéseket fel lehet használni az ellenfelek elemzésére is, az edzők érdeklődése a bajnokság során egyre inkább az ellenfelek felé irányul. Rendszerint az ellenfelek megfelelő elemzése a győzelmet, nem megfelelő elemzése a mérkőzés elvesztését jelenti. A győzelemre való törekvés belső rálátást alakít ki: a játék bármely részlete vezethet az áhított győzelemhez. Az információéhség az ellenfél játékával, ill. játékosával kapcsolatban lassan felszínre kerül azért, hogy a következő mérkőzésre jobban lehessen felkészülni, és ezáltal a csapat kialakíthassa játékának stílusát és tempóját a győzelem érdekében. Azáltal, hogy információt gyűjtünk az ellenfél játékával és játékosával kapcsolatban, elkezdünk kialakítani egy játékfilozófiát, ill. elkezdjük kiépíteni az ellenfelek feltérképezésének rendszerét és technológiáját. Az adatok összegyűjtésével, rendszerezésével és elemzésével egy olyan működő rendszert kívánunk kialakítani, amely az adatgyűjtésen kívül magában foglalja a csapatnak történő bemutatását, az egyéni és csapattaktikák gyakorlását a játékok közötti mikro-ciklusokban, ill. a sikerének és alkalmazásának ellenőrzését a mérkőzés alatt.

A múltban a kosárlabda-statisztika csak a nagy, hivatásos egyesületek előjoga volt. Átlagos edző számára a statisztika volt maga a rémálom, sok időt és terhet jelentett, elsősorban az adatok begyűjtése volt gond, majd a különböző egyesített statisztikai paraméterek »gyalagos« kiszámolása jelentett terhet. Az edzők nagyrésze egyszerűen úgy vélte, a statisztika nem éri meg a ráfordított fáradságot. A számítógépek ezt a helyzetet teljesen megváltoztatták. Nagy terhet és felelősséget vettek le az edző válláról a statisztika vezetése terén, ugyanakkor rengeteg adatot szolgáltatnak, olyanokat, amikről 15 évvel korábban csak álmodni lehetett. És mindebben a legjobb, a számítógépek és szoftverek nagy elterjedtsége és viszonylag alacsony áruk mindenkinek lehetővé teszik a hozzáférést ezekhez az információkhoz. Az utóbbi években megnőtt a statisztikai adatgyűjtés iránti igény és a kosárlabda-statisztika tanulmányozása. Az edzők évek óta használják azt mint hatékony »munkaeszközt« az egyéni- és

csapateredmények elemzésében. Ma, számítógépek használatával könnyebb adatokat gyűjteni és a terepről jelentést készíteni, akár a mérkőzéssel egyidőben is.

A kosárlaba-statisztika kezdetei 1969-re vezethetők vissza, amikor az NBA liga mérkőzésein azt alkalmazták. Az akkori statisztikusok csak egy-egy játékos pontszerzését jegyezték fel, egy vagy kettő megosztásban. Az ezt követő két évben a statisztika fejlődésnek indult, és tizenhat esemény követésében egyeztek meg a szakemberek. Lassan, de biztosan mind inkább átvette ez a diszciplína a központi helyet, úgy a játékosok, mint a mérkőzések elemzése és előkészítése terén. Mindegyik NBA-csapat négy statisztikát jegyző munkatársat alkalmazott, akik külön-külön figyelték, hogy viselkedik a csapat úgy a támadásban, mint a védekezésben.

A papíron, ceruzával vezetett statisztikának több hátránya van. A legnagyobb a teljesség hiánya, a papír mérete adta korlát miatt csak a legalapvetőbb statisztikai paramétereket vezették, konkrétan tizenhatot. Ma harmincnyolc standard paramétert követünk. Ez a kosárlabdajáték átfogó ismeretét teszi szükségessé, és időigényes is, hogy papírra vessük és számítások után eredményt mutassunk ki belőle. Nagy a tévedés veszélye. A megfelelő és kielégítően pontos adat papírra vetése, mint említettem már, nagyon időigényes volt. Előre kinyomtatott táblázatokba vezették be régen az adatokat, ami oda vezetett, hogy aki vezeti a statisztikát, könnyen elmulasztott egy, akár több, a pályán történt eseményt. Amint ez a mulasztás megtörténik, már nem mondhatjuk, hogy az adataink teljesek és elég pontosak. A győzelem és vereség között szűk a mezsgye, ezért minden információ nagyon fontos a mérkőzés előkészítésében, ill. a játékos felkészítésében. Fontos, hogy ezen a szakterületen dolgozó emberek jól ismerjék a kosárlabdát, illetve különös hangsúlyt kell fektetni a munka begyakorlására a megfelelő sebesség elérése céljából, azaz, hogy sikerüljön minden, a pályán megtörtént eseményt észlelni és lejegyezni. Ha a régi, kézzel írott statisztikát nézzük, vannak értelmezhetetlen összesített adatok, amiket ma már kiküszöböltek. A nyomtatott táblázatok összesített és számított adatok sokaságát is tartalmazza. Ha mindezt »gyalogosan« szeretnénk elvégezni, rengeteg időre lenne szükségünk. Így az összesítést nem lehetne akkor, amikor a legszükségesebb, mérkőzés közben megtekinteni.

Nem csak az edzők használnak statisztikát. A sportrajongók és a közönség is képes követni a csapat és az egyéni sportolók hatékonyságát, technológiai tömegtermékeket és a médiumokat, mint pl. a TV-t és az internetet használva. Sok ember számára, mint pl.

riporterek és kommentátorok, a statisztika egy fontos eszköz, mások számára, mint pl. sportmenedzserek, létfontosságú a munkájuk gyakorlásához. Mindezek mellett az elmúlt néhány évtized során a sport többé vált, mint játék; ez egy nagy üzleti vállalkozás, jelentős mértékű pénzbefektetéssel (63). A profi sportszervezetek multimillió-dolláros vállalatok, és bizonyos döntések hatalmas összegű pénzt jelentenek. Ilyen mértékű tőkével rendelkezve egy téves döntés potenciálisan évekkel vetheti vissza a csapatot. A nagy rizikó és a helyes döntéshozatal szükségessége miatt a sportipar az adatbányászati technológiák megfelelő környezete. A végeredmény többé már nem az egyedüli fontos dolog.

2.1. Adatelemzés a sportban

Hatalmas mennyiségű adat áll rendelkezésre minden sportban. Különösen fontos annak meghatározása, hogy milyen információkat tároljunk, ill. hogy megtaláljuk felhasználásuk legmegfelelőbb módját (40). A sportszervezetek azáltal, hogy megtalálják a leghatékonyabb módszert arra, hogy értelmet nyerjenek az információból, ill. hogy ezt az információt gyakorlati tudássá alakítják, előnyt nyernek más olyan csapatokkal szemben, akik ezt nem teszik (51). A tudáskeresés ilyen formája az egész szervezeten belül használható: a játékosoktól kezdve, akik a videóelemzés eszközét használva fejleszthetik teljesítményüket, a felderítőig, akik statisztikai elemzéseket és projekciós technikákat használnak, hogy megtudják, melyik tehetség fog a legtöbbet fejlődni és válik jó játékosná. A sportszervezetek nagy része harmadik és negyedik típusú kapcsolatot használ az adatok és felhasználásuk között. Ezzel szemben csak kevesen használnak adatbányászási módszereket. Annak ellenére, hogy az adatbányászat a sportban viszonylag újdonság, megállapítható, hogy azon csapatok befolyása, amelyek ezeket a technikákat alkalmazzák, kiemelkedő (67). Az értékelések mindig komoly elemzések és tudományos vizsgálatok alapján történnek. Mivel egyre több és több sportszervezetet érintett meg a digitális korszak, elképzelhető, hogy a sport hamarosan a teljesítményt mérő jobb algoritmusokért és metrikákért folyó csatáerré válik, és az elemzők ugyan olyan fontossá válnak, mint a játékosok. A lényeg, hogy megtaláljuk a rendelkezésre álló adatokban rejlő ismeretet (14). A statisztika azonban téves irányba is terelheti a döntéshozatalt, különösen akkor, ha nem áll rendelkezésre ismeret a probléma eredetével kapcsolatban, a nem megfelelő teljesítménymérés miatt, vagy bizonyos kvalitások sportközösségek által történő túlhangsúlyozása miatt (25).

Egy játékosnak például lehetnek kimagaslóan jó statisztikai mutatói, de lehet, hogy ennek a csapat egészére nem lesz jelentősen pozitív hatása. A sportstatisztikusok dolgát nehezíti a mindenkori benyomás is, hiszen a statisztikai metrikák nem minden esetben mérik teljes egészében az összes játékos szerepét. A védőlepattanó például méri, hogy egy védekező játékos hányszor szedi le a labdát az ellenfél játékosának sikertelen dobása után. A védőlepattanó megszerzéséhez azonban szükséges, hogy a csapat egy másik játékosa elzárja az ellenfél játékosait, tehát ebben az akcióban mindketten egyformán fontosak. Figyelembe véve a védőlepattanó megszerzésének dokumentálását, csak a labdát leszedő játékost rögzíti a statisztika, és kizárólag neki ítéli a lepattanót. Az adatbányászat gyakorlatának alkalmazása a szervezett sportban nem történt egyik napról a másikra. Az utóbbi évtizedek bizonyos történései hozták meg lassan a változásokat. Az 1980-as években Dean Oliver kezdett kérdéseket megfogalmazni a kosárlabda-metrikákkal kapcsolatban. Az ő ötlete volt létrehozni statisztikákat nem csupán az egyénekre, hanem az egész csapatra vonatkozóan. Oliver megjelentette gondolatait és teljesítménymérési módszereket hozott létre az egész kosárlabda-közösség számára (50). Munkájában különös érdeklődést mutatott a játékosok csapaton belüli teljesítménye, valamint a csapat, mint egész teljesítménye iránt, továbbá foglalkozott azzal is, hogy bizonyos játékosok hogyan tudnak együtt működni. Munkáját profi sportszervezetek is elismerték, az NBA-ben játszó Seattle Supersonics felkérte konzultánsnak. A sportelemzések általában kapcsolatban vannak egy játékos pályán történő mozgásával. A tárgyak lekövetése, ill. a röppályaelemzés általában a játszma videóelemzésével kezdődik, ahol a referenciapontok felismerhetőek (a játékosok mérete jelentős a labda méretéhez képest, így ezek könnyen megkülönböztethetőek) (12). Az adatbányászat segíthet a bundázások leleplezésében is. Az NCAA (az amerikai egyetemi bajnokság) kimutatta, hogy a mérkőzések 1%-a előre egyeztetett (76). A bundázások leleplezése adatokkal meglehetősen összetett folyamat (20). A kosárlabda-mérkőzés adatainak összegyűjtésekor az első lépés az, hogy értelmet találjunk az információban. Az előrejelzések gyártása hosszú időn keresztül fő célja volt mind egyének, mind szervezetek sokaságának. Előrejelzések megalapozására számos módszer létezik, de a legfontosabb a szimuláció és a számítógépes tanulás (75), amely során a legdominánsabb rendszer a neurális hálózat (10). A mérkőzések során összegyűjtött adathalmazokat neurális hálózatokat használva elemeznék azért, hogy a versengés és az anyagi haszonszerzés érdekében mintákat és célatotosságot találjanak. Más módszerek közé tartozik a döntési fa és genetikai algoritmus. Az ID3 (döntési fát

tanuló algoritmus) a tartó-vektor gép (SVM) regresszív variánsa, melyet tartó-vektor regresszióknak (SVR) neveznek.

2.1.2. Adatbányászat

Az "adatbányászás" - új, tervezett viszonyok, sablonok és sémák felfedezésének folyamata, olyan módon, hogy adatok nagy mennyiségét vizsgálja, és mindezt sablon felismerési technológia alkalmazásával, illetve statisztikai és matematikai sablonok alkalmazásával (7). Más meghatározások is ismertek. Egy másik megközelítés szerint a "data-mining" (legtöbbször nagy) adathalmaz elemzését jelenti, annak érdekében/céljából, hogy vitathatatlan kapcsolatokat találjunk adatok között, és hogy számszerűsítsünk adatokat, olyan módon, melyek egyszerre érthetőek és hasznosak az adat tulajdonosának (27). A harmadik meghatározás szerint a "data-mining" egy olyan interdiszciplináris ágazatot jelent, amely különböző technikák összekapcsolását jelenti, egészen a gépi tanulástól, a sablonfelismerésen, statisztikán, adatbázisokon és mindezek megjelenítésén keresztül, addig hogy nagy, esetenként túl nagy adatbázisból használható információhoz jutunk (10).

Hatalmas adatmennyiség áll rendelkezésre a sport minden területén. Ezek az adatok megmutathatják egy játékos egyéni kvalitásait, a lejátszódott eseményeket és/vagy azt, hogy a csapat, mint egység, miként működik. Döntő fontosságú meghatározni, hogy milyen adatokat célszerű elraktározni és, hogy milyen módon lehet maximalizálni a felhasználásukat. A sportszervezetek előnyhöz jutnak más csapatokkal szemben, amennyiben sikerül találniuk megfelelő módszert arra, hogy az adatokból helyes következtetéseket vonhassanak le abból a célból, hogy gyakorlati tudás legyen belőle. Az elemzett adatok egy részét helyi adatbázisokból nyerik olyan adatbányász módszereket alkalmazva, mint a C5.0 döntési fa és ennek algoritmus, míg egy másik részéhez web-adatbányászati módszereket használva jutnak (77).

A modellezést neuronhálózatokat segítségével végzik. A neuronhálózatok használatát ösztönözte a tanulás komplex folyamatának felismerése az agyban, amely szorosan kapcsolódó neuronok egységéből áll. A bejövő paraméterek a következők: *p1_százalék*, *p2_százalék*, *p3_százalék*, *véd_lepattanó* (védekező), *tám_lepattanó* (támadó), *asszist* (kosár-passz), *labdaszerzés*, *eladott labda* és *blokkolás*. A kimenő paraméter az eredmény. Emiatt a hálózatnak kilenc bejövő és egy kimenő csomója van. Ezen kívül

van még egy rejtett réteg is a hálózatban. Az alkalmazott hálózat egy előrecsatolt neuronháló. A hálózat minden egyes rétege kapcsolódik mind a megelőző, mind a következő szint összes csomójához. A hálózati képzés a hibák visszaterjesztési módszerével történik, melynek a generalizált delta szabály az alapja. Minden, képzés alatt hálózatra vitt szótag miatt az információ előzetesen keresztülmegy a hálózaton azért, hogy képes legyen előre jelezni a kimeneti réteget. Ezt az előrejelzést összehasonlítják a meglévő adat valódi kimeneti értékével, majd a valódi és az előre jelzett érték különbségét visszaküldik a hálózaton keresztül azért, hogy módosítani lehessen a 'heavy' faktorokat, valamint azért, hogy a következő szótagok előrejelzésén is javítani lehessen. A hálózati képzés alatt az adatok bejövő száma a 75:25 tartományban van felosztva, olyan adatokban, amelyeket a hálózati képzés, ill. tesztelés során használnak. Cél megelőzni azt, hogy a hálózat az inputot elmentse, ill. hogy téves eredmény alakuljon ki, mivel más adatok lesznek így modellezve. Miután a hálózati képzés befejeződik, az input adatokkal láthatjuk, hogy bizonyos paraméterek milyen mértékben határozzák meg a mérkőzés végleges kimenetét. A statisztika validációját az IBM SPSS Statistics átfogó és egyszerűen használható adat- és prediktív elemző eszközével végeztük.

A kosár a gyűrűből áll, amely 45,7 cm (18 hüvelyk) átmérőjű, 305cm (10 láb) magasan helyezkedik el és egy palánkhoz van rögzítve. Egy csapat akkor szerez pontot, ha a labdát átjuttatja a gyűrűn a játék alatt. A dobásokat különböző pontokkal lehet értékelni. Mivel legnehezebb a távoli dobásokat értékesíteni, ezek érik a legtöbb pontot. A padlón található egy vonal 625 cm-re a kosártól (néhány bajnokságban ezt a határt ettől távolabbra helyezik). A vonalon kívüli sikeres dobások három pontot, míg a vonalon belülről elért találatok kettő pontot érnek.

Személyi hiba történik, amikor egy játékost az ellenfél játékos szabálytalanul akadályoz a játék alatt. Ha a csapat által összegyűjtött személyi hibák száma meghaladja a limitet (négy személyi hiba egy periódus vagy negyed alatt) vagy ha a személyi hibát kosárra dobás közben követik el, a játékosnak lehetősége van pontot szerezni a szabaddobás vonalról. Minden dobás erről a vonalról egy pontot ér. A játékosnak lehetősége van kettő vagy három szabaddobásra attól függően, hogy a szabálytalanságot kettő- vagy hárompontos dobáskísérlet közben követték el. A szabaddobás közben, amikor kettő vagy három pontért dob a játékos, a dobás lehet sikeres vagy sikertelen, más szóval pontot érhet vagy nem. A kosárlabda statisztikában a dobószázalék a sikeres

dobások és az összes dobás arányát jelenti, különböző százalékok vannak az egyponthoz, a kétpontos és a háromponthoz vonatkozóan. A dobások mellett, melyek a legmeghatározóbb tényezők közé tartoznak a kosárlabdában, más fontos tényezők is szerepet játszanak abban, hogy melyik csapat győzedelmeskedik. A lepattanóknak viszonylag nagy befolyása van a végeredmény kialakulására. A védőlepattanók különösen fontosak, mivel megakadályozzák az ellenfelet egy újabb támadás vezetésében a kosár elvételét, vagy megakadályozzák könnyen megszerezhető pontok elérését, amennyiben sikerül közvetlenül megszerezni a labdát a palánk alatt. Hasonlóak igazak a támadólepattanókra is. Az assziszt (kosárpaszt adó játékos) passzával olyan helyzetbe hozza csapattársát, hogy a csapattárs azonnal érvényes kosarat dob. A jó asszisztok mind a közönségre, mind a csapatra magára jó hatással lehetnek, képessé téve a csapatot játékszínvonalának emelésére. Az asszisztpasszoknál, átadásoknál felmerült az a kérdés is, mi tévők legyünk és mi legyen akkor, ha egy kiváló átadás után mégsem dobunk kosarat. Ezt is lehet(ne) követni, és ezzel díjazni a jó átadást elvégző játékost, mivel nem ő a hibás a mellédobott tiszta helyzetért. Az eladott labdák száma a labdaszerzés és az indítás is szintén nagyon fontos, mivel a labdát szerző csapat képes könnyen pontot szerezni az ellentámadás során.

2.1.3. Adatkészítési fázis

A következő táblázat különböző kosárlabda-paramétereket mutat be, melyek különösen fontosak a mérkőzés kimenetelével kapcsolatban. Az 1. táblázat fejlécében a következő adatok szerepelnek: *p1_százalék* az egyponthoz, *p2_százalék* a kétpontos dobásokat, *p3_százalék* a háromponthoz, *véd_lepattanó* a védekezés során történő felugrásokat, *tám_lepattanó* lepattanókat, *assziszt* kosárpaszokat, *labdaszerzés* labdaszerzéseket, *elvesztett_labda* letámadásokat, *blokkolás* blokkolásokat és az *eredmény* azt mutatja, hogy a csapat nyert (győz.) vagy veszített (ver.).

1. táblázat

Adatbányászat során nyert adatok

p1_szá zalék	p2_szá zalék	p3_szá zalék	véd- lepatt anó	tám_lep attanó	assz iszt	labdasz erzés	elvesztett _labda	blo kk	ered mény
0.5652	0.5789	0.3668	22	8	15	12	11	3	győz.
0.7273	0.3556	0.4211	20	14	9	19	12	4	ver.
0.6500	0.5517	0.2083	24	15	13	5	19	1	győz.
0.7368	0.4722	0.3333	20	6	14	6	25	6	ver.
0.8421	0.6061	0.5333	13	4	11	8	13	2	ver.
0.6538	0.4773	0.2857	14	8	12	9	12	2	győz.
0.8077	0.4958	0.3847	24	12	8	13	18	1	ver.
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

A táblázat megmutatja, hogy a támadó- és védőlepattanó, az assziszt, az ellentámadás, a labdaszerzés és a blokkolás értékei egy bizonyos intervallumon belüli egész számok. Az utolsó oszlop az eredményt mutatja, vagyis a mérkőzés végeredményét, megmutatva, hogy a csapat nyert vagy veszített.

2.2. Az alapvető kosárlabda-paraméterek összehasonlító elemzése

Az 2. táblázat az egy-, két- és hárompontos dobások összehasonlító elemzésének eredményét mutatja a szerb férfi kosárlabda ligára és a női kosárlabda első liga „A”-ra vonatkozóan. A női ligában látható, hogy a statisztikai minimum érték az egyponthoz tartozó dobások esetében: 0%, ami azt jelenti, hogy egy csapat egyetlen szabaddobást sem értékesített, következésképpen elvesztette a mérkőzést. A férfi ligában ez az érték 25% és 96,2% -os maximum értékig terjed. A bármely pozícióból értékesített dobások átlagértékét figyelembe véve megállapítható, hogy a férfiak pontosabbak, melynek értéke az egyponthoz tartozó dobások esetében 4,6%, a háromponthoz tartozó dobások esetében 4,9% és a kétponthoz tartozó dobások esetében 9,9%. A háromponthoz tartozó dobásokra kapcsolatban Jamie Angeli (2) azt állítja, hogy a legnehezebben értékesíthető dobások, mivel a játékosnak

egyedül kell maradnia ahhoz, hogy távolról sikeres dobást hajtson végre. Sok játékos marad a pályán edzés után is azért, hogy javítson ezen a dobásán (57).

2. táblázat

Alapvető statisztikai paraméterek az egy-, két- és hárompontos dobásokra vonatkozóan

FÉRFIAK	1p				2p				3p			
	Mi n %	Max %	ME AN	S.D EV	Min %	Max %	ME AN	S.D EV	Min %	Max %	ME AN	S.D EV
	25. 0	96.2	71.4	0.11 0	39.5 0	77.4 0	58.2	0.08 3	0.00	83.3 0	34.9	0.12 2
NŐK	1p				2p				3p			
	Mi n %	Max %	ME AN	S.D EV	Min %	Max %	ME AN	S.D EV	Min %	Max %	ME AN	S.D EV
	0.0	95.2	66.8	0.12 5	24.3 0	85.2	48.3	0.10 5	0.00	75.0 0	30.0	0.16 6

mean = átlag

S.dev. = standard eltérés)

A 3. táblázat nagyon fontos paramétereket foglal magában: védőlepattanó, támadlepattanó és assziszt. Megfigyelhető, hogy a lepattanók számának mérközésenkénti átlaga magasabb a nőknél, ahol a védő-lepattanók száma átlagosan 0,244-gyel, a támadólepattanók száma átlagosan 1,112-vel több, mint a férfiaknál. Ez tulajdonképpen teljesen elvárható eredmény, hiszen dobószázalékuk minden pozícióból alacsonyabb. Az asszisztokra vonatkozó adatok különösen érdekesek. A Nemzetközi Kosárlabda Szövetség (FIBA) statisztikai kézikönyve alapján (24), az assziszt egy olyan passz, amely közvetlenül egy másik játékos pontszerzéséhez vezet, de csak abban az esetben, amikor a dobó játékos azonnali dobásmozdulattal reagál. Olyan játékosnak

történő passzt, aki jó dobópozícióban van, de ennek ellenére más lehetőséget választ dobás előtt, nem tekintjük asszisznak. A dobás távolsága, ill. a módja nem játszik szerepet annak eldöntésében, hogy a passzt asszisznak rögzítjük vagy sem. A passz asszisznak számít, ha a középpályán álló olyan játékos kapja, aki egyedül van és cselezve jut el a kosárig. Azonban ha azért kell cseleznie, hogy átjusson az ellenfél egy játékosán a passz nem tekinthető asszisznak. Ebből következően, az assziszt meghatározásának döntő tényezője a passzoló játékos cselekedetének, egy másik játékos azonnali dobószándékának és a találatnak az összege. Az assziszt megítélése az Egyesült Államokban - NBA, NSA, WNBA - ettől eltérő. Asszisztot jegyeznek, ha a passzt egy egyedül álló, dobóhelyzetben lévő játékos kapja; nem számít, hogy ellene szabálytalanságot követnek-e el ez követően. A 3-as táblázat alapján megfigyelhető, hogy a férfiaknál mérkőzésenként átlagosan 1.21-gyel több asszisztot jegyeznek.

3. táblázat

Alapvető statisztikai paraméterek a védőle pattanókra, a támadóle pattanókra és az asszisztkra vonatkozóan

FÉRFIAK	Védőle pattanó				Támadóle pattanó				Assziszt			
	Mi n	Ma x	MEA N	S.DE V	Mi n	Ma x	MEA N	S.DE V	Mi n	Ma x	MEA N	S.DE V
	40	38	18.98 8	4.637	1.0 0	25	7.929	3.529	3	26	12.08 3	4.472
NŐK	Védőle pattanó				Támadóle pattanó				Assziszt			
	Mi n	Ma x	MEA N	S.DE V	Mi n	Ma x	MEA N	S.DE V	Mi n	Ma x	MEA N	S.DE V
	3	41	19.23 2	6.213	0	23	9.041	4.264	0	32	10.87 3	5.537

mean = átlag

S.dev. = standard eltérés)

A következő paraméterek jó védekezés és az ellentámadás alapjait határozzák meg. A 4. táblázat megmutatja, hogy a nők mérkőzésenként átlagosan 3,816-del több labdát szereztek, mint a férfiak. A leindulásokat tekintve a nők szintén sikeresebbek: mérkőzésenként átlagosan 3,57-dal. Ebből azt a következtetést vonhatjuk le, hogy a szerb női kosárlabda első liga „A”-ban jobb védekezést játszanak. A blokkok száma mindkét ligában közel azonos.

4. táblázat

Alapvető statisztikai paraméterek a labdaszerzésekre, a leindulásokra és a blokkokra vonatkozóan

	Labdaszerzés				Eladott labda				Blokk			
	Mi n	Max	ME AN	S.D EV	Min	Max	ME AN	S.D EV	Min	Max	ME AN	S.D EV
	0	21	9.17 9	4.19 2	2	27	14.9 25	4.14 4	0	8	2.21 7	1.83 5
	Labdaszerzés				Eladott labda				Blokk			
	Mi n	Max	ME AN	S.D EV	Min	Max	ME AN	S.D EV	Min	Max	ME AN	S.D EV
	0	32	12.9 95	5.66 4	3	34	18.4 95	6.05 8	0	8.	2.02 7	1.72 8

mean = átlag

S.dev. = standard eltérés)

2.3. Bizonyos paraméterek hatása a mérkőzés végeredményére

A következő grafikonok statisztikai paramétereket mutatnak a szerb első ligás férfi és első liga „A”-s női kosárlabda csapatokkal kapcsolatban. A férfi első liga a profi szenior férfi kosárlabda bajnokságot jelenti, ahol 120 mérkőzést játszottak a 2011/12-es idényben, beleértve a rájátszásokat és a kiesési meccseket is. Az első liga „A” a nőknél

a profi szenior női kosárlabda bajnokságot jelenti, melyben 110 mérkőzést játszottak a 2011/12-es idénybe.

A megismert statisztikai adatok alapján végzett elemzés rámutat bizonyos paraméterek végeredményt befolyásoló hatására. Mindkét ligában ugyanazokat a paramétereket vizsgáltuk azért, hogy összehasonlító elemzést végezhesünk. Minden grafikonon a kék szín a vesztes, a piros pedig, a győztes mérkőzések számát jelöli a vizsgált időszakban.

2.3.1. Az egypontos dobás hatása

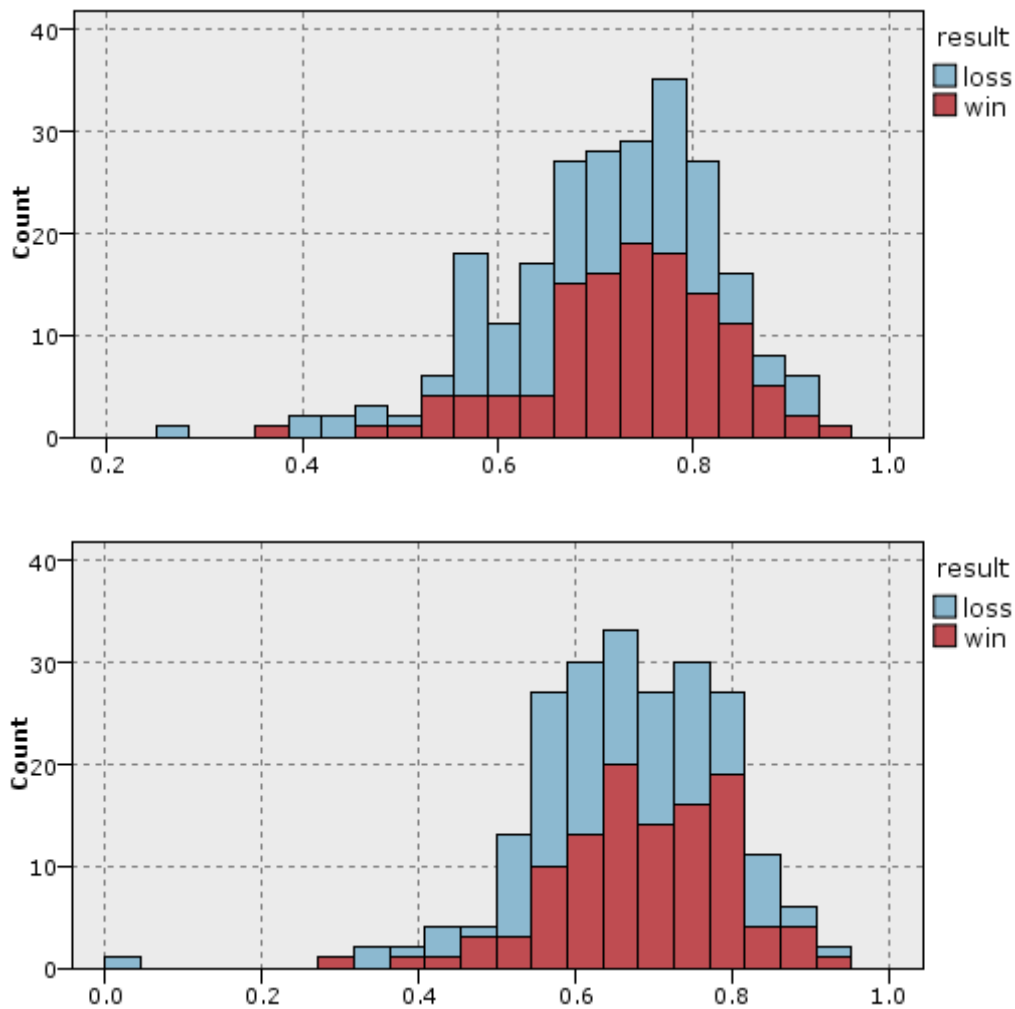
Az 1. ábra alul, az egypontos dobás végeredményt befolyásoló hatását mutatja. A *result* alatt a végeredmény látható (*win*-győzelem, *loss*-vereség), a dobott büntetők száma a *count* tengelyen található. A felső grafikon a szerb férfi kosárlabda liga, az alsó pedig a női kosárlabda első liga „A” eredményeit mutatja. A felső grafikon rámutat arra, hogy a győzelmek száma élesen növekszik, amikor az egypontos dobások száma meghaladja a 65%-os határt. Amennyiben az egypontos dobások száma a 65%-os határ alatt van, a csapat rendszerint elveszti a mérkőzést. A fentiek miatt kijelenthető, hogy az egypontos dobások jelentősen befolyásolják a végeredmény kialakulását.

A grafikon azt is megmutatja, hogy a dobószázalék és a végeredmény kialakulása közötti összefüggés néhány esetben eltér az általános szabálytól. Egyszer az is megtörtént, hogy egy csapat egypontos dobószázaléka 85% felett volt, mégis elvesztette a mérkőzést. Mászor egy csapat annak ellenére nyerte meg a mérkőzést, hogy az egypontos dobószázaléka 38% alatti volt. Erre a paraméterre azonban több faktor is befolyással van: nem mindegy, hogy a játékvezetők hány büntetőt ítéltek meg az egyik, illetve a másik csapatnak. Amennyiben a megítélt büntetők számában nagy eltérés mutatkozik, úgy a dobószázalék és a végeredmény közötti összefüggés is eltérhet a szabálytól. Az egypontos dobószázalék minimum értéke 25%, a maximum értéke pedig, 96,2% volt. Az összes mérkőzésre vonatkozó átlagérték: 71,4%, a standard eltérés: 0,11.

A szerb női kosárlabda első liga „A” esetében az egypontos dobószázalék nem befolyásolta nagymértékben a végeredményt. Ez jól látható az alsó grafikonon, hiszen a győzelmek száma lassabban emelkedik az egypontos dobószázalék növekedésével. Továbbá a vesztes mérkőzések száma is csak fokozatosan növekszik a dobószázalék csökkenésével. A statisztikai minimum érték az egypontos dobószázalékra vonatkozóan: 0%, ami azt jelenti, hogy a csapat egyetlen egypontos szabaddobást sem

értékesített. A maximum érték: 95,2%. Az összes mérkőzésre vonatkozó átlagérték: 66,8%, a standard eltérés: 0,125

Az egyponthoz dobás kiemelt jelentőségű minden edző számára. A mérkőzések közötti felkészülés alatt a játékosokkal gyakoroltatják a szabaddobást azért, hogy a játék ezen szegmense javulást mutasson.



1. ábra

Az egyponthoz dobószázalék végeredményt befolyásoló hatása a szerb férfi kosárlabda ligában (felül) és a női kosárlabda első liga „A”-ban (alul)

2.3.2. A kétpontos dobószázalék hatása

Az 2. ábra a kétpontos dobás végeredményt befolyásoló hatását mutatja. A felső grafikon a szerb férfi kosárlabda liga, az alsó pedig a női kosárlabda első liga „A” eredményeit mutatja. A *result* alatt a végeredmény látható (*win*-győzelem, *loss*-

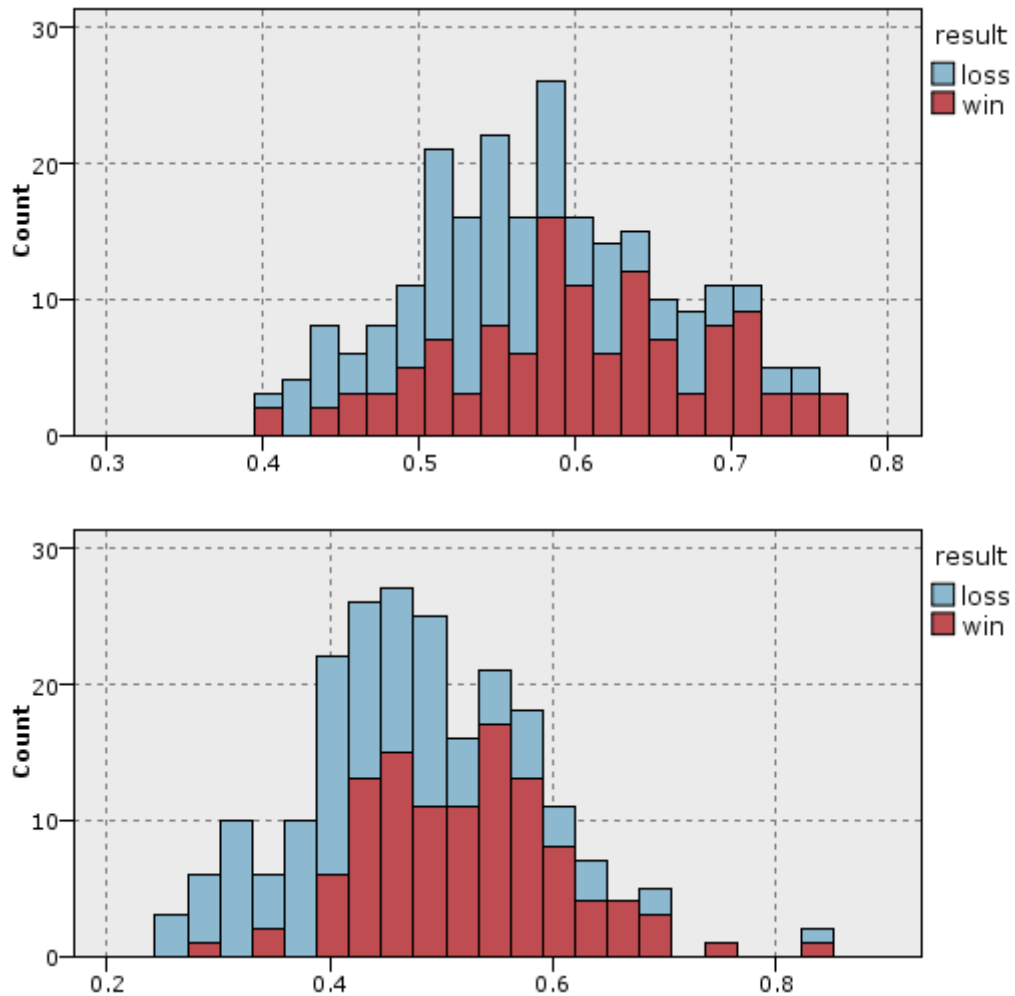
vereség), a dobott kétpontosok száma a *count* tengelyen található. Jól látható, hogy a győzelmek száma magasabb, amikor a kétpontos dobások száma 58% felett van. Amennyiben a kétpontos dobások száma ez alatt van, a vesztes mérkőzések száma növekszik. Kijelenthető tehát, hogy a kétpontos dobások befolyásolják a végeredmény kialakulását. Itt is található kivétel. Egy csapat annak ellenére vesztette el a mérkőzést, hogy kétpontos dobószázaléka meghaladta a 70%-ot. Más esetben egy csapat csak 40%-ot teljesített, mégis megnyerte a mérkőzést.

A statisztikai minimum érték a kétpontos dobószázalékra vonatkozóan: 39,5%, a maximum érték: 83%. Az összes mérkőzésre vonatkozó átlagérték: 58,2%, a standard eltérés: 0,083. A kétpontos dobószázalékra vonatkozó minimum érték magasabb, a maximum érték pedig alacsonyabb, mint az egyponos dobószázalék esetében.

A női ligát tekintve megfigyelhető, hogy a győzelmek száma magasabb, amikor a kétpontos dobások száma 50% felett van. Amikor a kétpontos dobások száma 40% alatti, a vesztes mérkőzések száma jelentősen növekszik. Ez alapján megállapítható, hogy a kétpontos dobószázalék ebben az esetben jelentősen befolyásolja a végeredmény kialakulását. A két grafikont összehasonlítva arra a következtetésre juthatunk, hogy a kétpontos dobások nagyobb mértékben befolyásolják a női kosárlabdát, mint a férfit.

A grafikon olyan értékeket is mutat, amelyek nincsenek összhangban az általános szabállyal. Egy csapat annak ellenére vesztette el a mérkőzést, hogy a kétpontos dobószázaléka 83% felett volt. Máskor egy csapat kétpontos dobószázaléka csupán 30% volt, mégis megnyerte a mérkőzést.

A statisztikai minimum érték a kétpontos dobószázalékra vonatkozóan: 24,3%, a maximum érték: 85,2%. Az összes mérkőzésre vonatkozó átlagérték: 48,3%, a standard eltérés: 0,105.



2. ábra

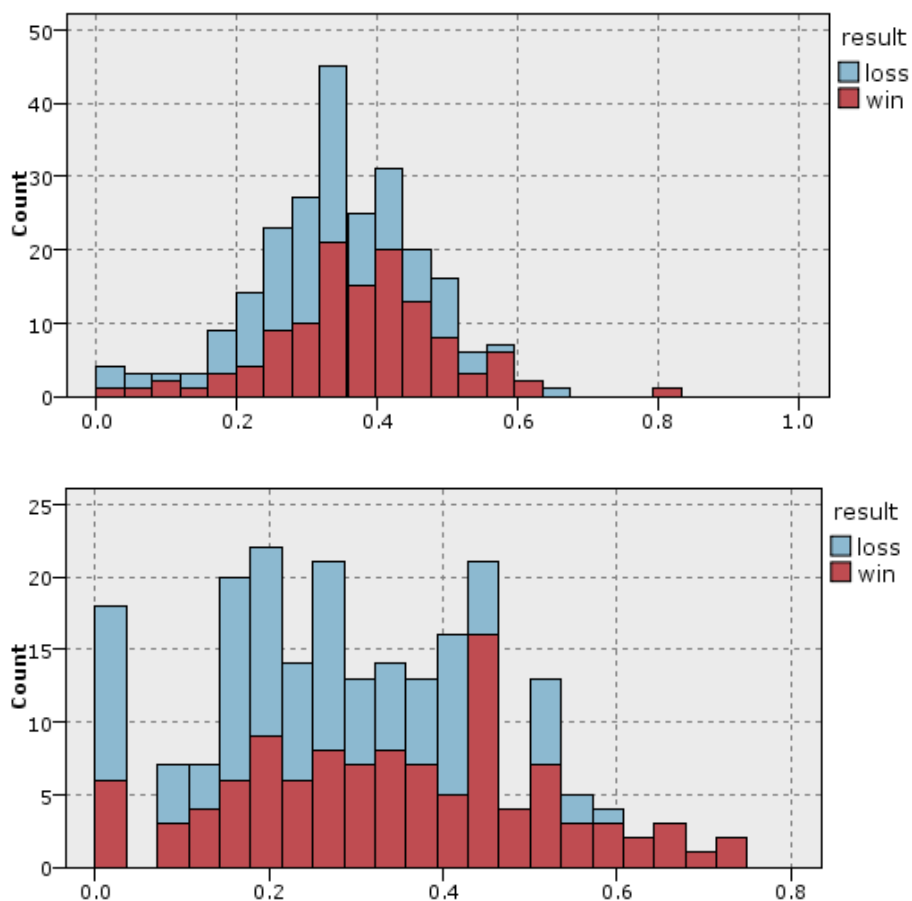
A kétpontos dobószázalék végeredményt befolyásoló hatása a szerb férfi kosárlabda ligában (felül) és a női kosárlabda első liga „A”-ban (alul)

2.3.3. A hárompontos dobószázalék hatása

Az 3. ábra a hárompontos dobás végeredményt befolyásoló hatását mutatja mindkét vizsgált ligában. A *result* alatt a végeredmény látható (*win*-győzelem, *loss*-vereség), a dobott hárompontosok száma a *count* tengelyen található. A következő oldal felső grafikonján (férfi liga) jól látható, hogy a győzelmek száma magasabb, amikor a hárompontos dobások száma 38% felett van. Amikor a hárompontos dobások száma 30% alatt van, a vesztes mérkőzések száma gyakoribb. Ebből levonhatjuk azt a következtetést, hogy a hárompontos dobószázalék jelentős hatással van a végeredmény kialakulására. A statisztikai minimum érték a hárompontos dobószázalékra vonatkozóan: 0%, ami azt jelenti, hogy a csapatnak nem sikerült egyetlen hárompontos

dobást sem értékesítenie a mérkőzés alatt. A statisztikai maximum érték: 83%. Az összes mérkőzésre vonatkozó átlagérték: 34,9%, a standard eltérés: 0,349. A hárompontos dobásoknál, az alacsonyabb dobásszámnak köszönhetően több a szélsőséges érték, mint a kétpontos dobásoknál.

Az alsó grafikon a szerb női kosárlabda első liga „A”-ban elért hárompontos dobószázalékokat összegzi. Megfigyelhető, hogy a győzelmek száma magasabb, amikor a hárompontos dobások száma 43% felett van. Ha ez az érték 60% feletti, akkor a csapat biztosan nyer. Amikor a hárompontos dobások száma 43% alatt van, a dobószázalék hatása enyhébb a mérkőzés kimenetelére, mivel a megnyert és az elvesztett mérkőzések száma ebben az esetben hozzávetőlegesen azonos. Ebből levonhatjuk azt a következtetést, hogy a hárompontos dobószázalék hatással van a végeredmény kialakulására, de ennek a szerepe jelentősen alacsonyabb, mint a férfi ligában.



3. ábra

A hárompontos dobószázalék végeredményt befolyásoló hatása a szerb férfi kosárlabda ligában (felül) és a női kosárlabda első liga „A”-ban (alul)

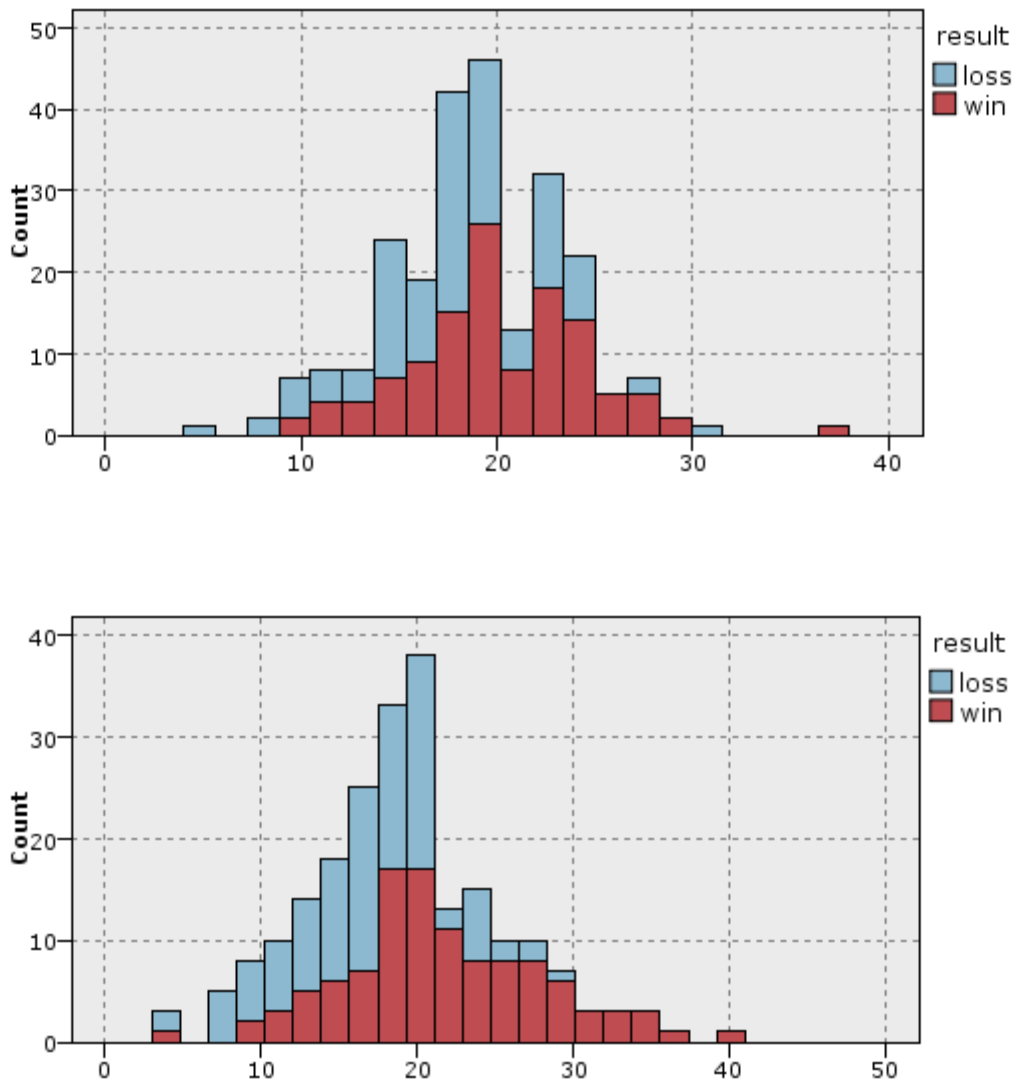
A tanulmányozott mérkőzések közül volt egy szélsőséges eset, amikor a hárompontos dobószázalék 0% volt, tehát egyetlen hárompontos kosarat sem dobott a csapat, ennek ellenére megnyerték a mérkőzést. Ugyanez történt 6 másik mérkőzésen is a 110 elemzettből.

A statisztikai minimum érték a hárompontos dobó-százalékra vonatkozóan: 0%, a statisztikai maximum érték: 75%. Az összes mérkőzésre vonatkozó átlagérték: 30%, a standard eltérés: 0,166.

2.3.4. A védőlepattanó hatása

Néhány esetben igen nehéz eldönteni, hogy lepattanóról vagy labdaszerzésről van szó. Természetesen lepattanók léteznek, mind védő-, mind támadólepattanók, de mi a helyzet, ha senki sem szerzi meg a labdát lepattanóban? Több edző úgy véli, hogyha padlón guruló, gyűrűről lepattanó labdát szerez meg egy játékos, akkor ez labdaszerzés és nem lepattanó. Néhányuk szerint labdaszerzés az is, amikor egy játékos a csapattársához üti a labdát, ha egy dobás után nem képes azt elkapni. Amennyiben ez valóban labdaszerzés, akkor az úgynevezett beütés („tapin”) az támadó-lepattanó vagy labdaszerzés?

A 4-es ábra a védőlepattanó korrelációját mutatja a mérkőzés megnyerésével, ill. elvesztésével kapcsolatban. A *result* alatt a végeredmény látható (*win*-győzelem, *loss*-vereség), a megszerzett védőlepattanók száma a *count* tengelyen található. A szerb férfi kosárlabda ligára vonatkozó grafikon szemlélteti, hogy a győzelmek száma növekszik, amikor a védőlepattanók száma meghaladja csapaton belül a 22-t.



4. ábra

A védőlepatanók végeredményt befolyásoló hatása a szerb férfi kosárlabda ligában (felül) és a női kosárlabda első liga „A”-ban (alul)

Amennyiben a védőlepatanók száma 10 alatt van, a csapat elveszti a mérkőzést. Tekintve a győzelmek és a vesztes mérkőzések védőlepatanókkal összefüggő eloszlását kijelenthető, hogy a védőlepatanók jelentősen befolyásolják a végeredmény kialakulását. A lepatanók számának növekedésével a győzelmek száma is növekszik, és ez igaz fordítva is.

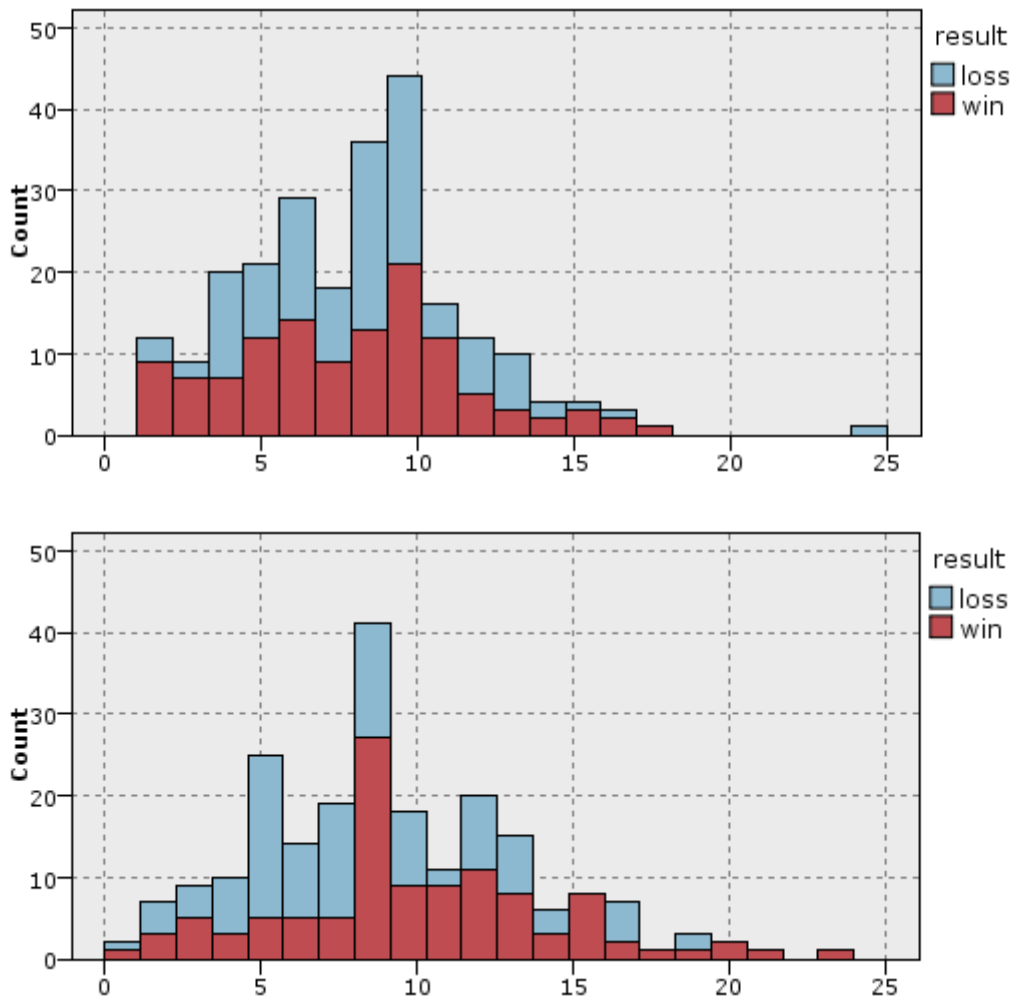
A grafikon rögzít egy olyan esetet is, amikor egy csapatnak 31 védőlepatanója, volt és ennek ellenére elvesztette a mérkőzést. A statisztikai minimum érték a védőlepatanók

számára vonatkozóan: 4, a statisztikai maximum érték: 38. Az összes mérkőzésre vonatkozó átlagérték a ligában: 18,98, a standard eltérés: 4,637.

A szerb női kosárlabda első liga „A”-ra vonatkozó grafikon rámutat arra, hogy a győzelmek száma magasabb, amikor a védőlepatanók száma 22 felett van. Ha ez az érték 16 alatt van, a csapat elveszti a mérkőzést. Ez alapján levonható az a következtetés, hogy – hasonlóan a férfi ligához – a védőlepatanók jelentősen befolyásolják a végeredmény kialakulását. A statisztikai minimum érték a védőlepatanók számára vonatkozóan: 3, a statisztikai maximum érték: 41. Az összes mérkőzésre vonatkozó átlagérték a ligában: 19,23, a standard eltérés: 6,213.

2.3.5. A támadólepatanó hatása

A 5. ábra a támadólepatanó hatását mutatja a mérkőzés kimenetelével kapcsolatban. A *result* alatt a végeredmény látható (*win*-győzelem, *loss*-vereség), a megszerzett támadólepatanók száma a *count* tengelyen található. A felső grafikon (szerb férfi kosárlabda liga) alapján észrevehető, hogy a győzelmek száma növekszik, amikor a védőlepatanók száma meghaladja a 15-öt. Mivel a győzelmek és az elvesztett mérkőzések száma közel azonos, az állapítható meg, hogy a támadólepatanóknak nincs jelentős befolyása a mérkőzés végeredményének kialakulására. Olyan adat is rendelkezésre áll, hogy egy csapatnak 24 támadólepatanója volt, mégis elvesztette a mérkőzést.



5. ábra

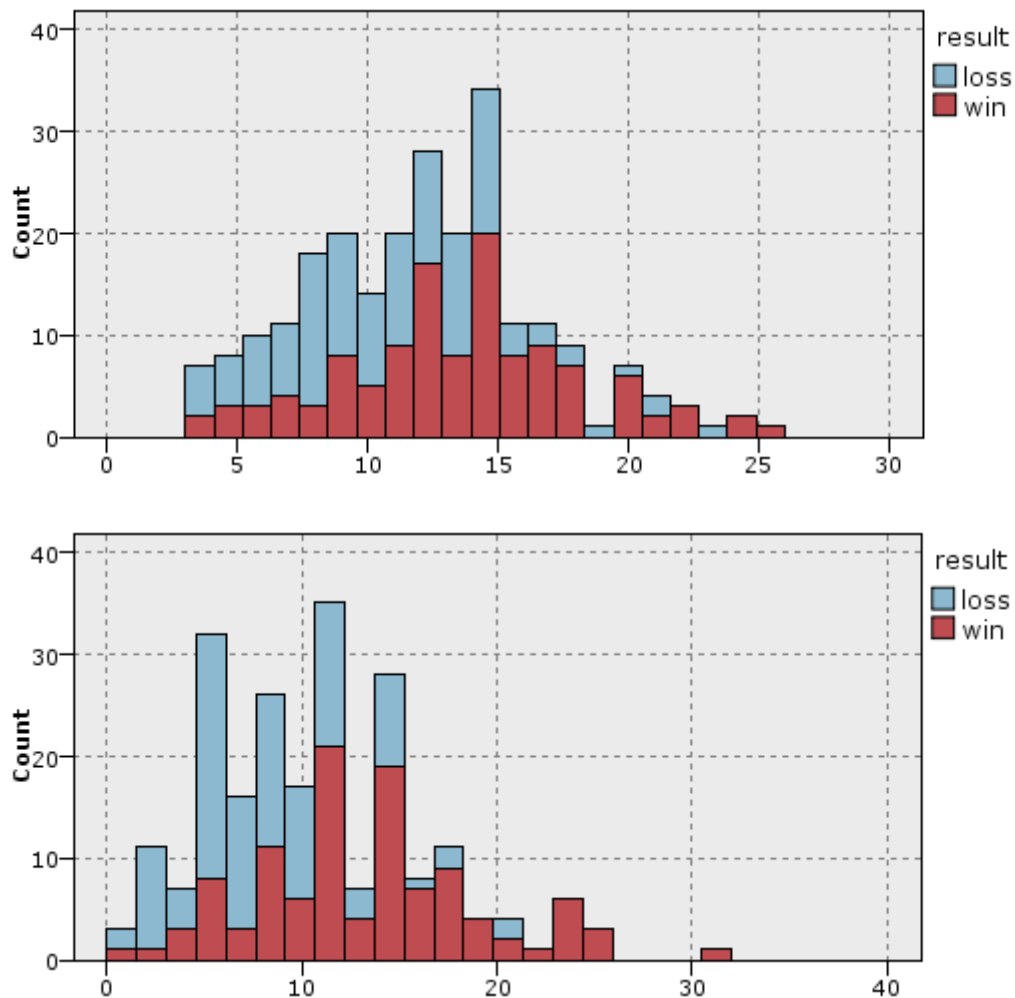
A támadólepattanók végeredményt befolyásoló hatása a szerb férfi kosárlabda ligában (felül) és a női kosárlabda első liga „A”-ban (alul)

A statisztikai minimumérték a támadólepattanók számára vonatkozóan: 1, a statisztikai maximum érték: 24. Az összes mérkőzésre vonatkozó átlagérték a ligában: 7,93, a standard eltérés: 3,529.

A szerb női kosárlabda első liga „A”-ra vonatkozó grafikon (alul) megmutatja, hogy a csapat bizonyosan győz, ha a támadólepattanóinak száma 20 felett van. A támadólepattanóknak ebben a ligában sincs jelentős hatása a végeredmény kialakulására vonatkozóan. Egy esetben a csapatnak 18 támadólepattanója volt, mégis elvesztette a mérkőzést. Másik esetben, a csapatnak nem volt egyetlen támadó-lepattanója sem, ennek ellenére megnyerte a meccset. A statisztikai minimum érték a támadó-lepattanók számára vonatkozóan: 0, a statisztikai maximum érték: 24. Az összes mérkőzésre vonatkozó átlagérték a ligában: 9,04, a standard eltérés: 4,264.

2.3.6. Az assziszt hatása

A 6. ábra az assziszt szerepét mutatja a mérkőzés megnyerésével, ill. elvesztésével kapcsolatban, a szerb férfi kosárlabda ligára (felül) és a szerb női kosárlabda első liga „A”-ra(alul) vonatkozóan. A *result* alatt a végeredmény látható (*win*-győzelem, *loss*-vereség), a kiosztott asszisztok száma a *count* tengelyen található. Amikor az asszisztok száma meghaladja a férfi ligában a 15-öt, a csapat rendszerint győz. Amennyiben ez a szám kevesebb, mint 8, a legtöbb esetben a csapat elveszti a mérkőzést.



6. ábra

Az asszisztok végeredményt befolyásoló hatása a szerb férfi kosárlabda ligában (felül) és a női kosárlabda első liga „A”-ban (alul)

A grafikonon az is látható, hogy a csapatok elvesztették a mérkőzést annak ellenére, hogy 19, 20, 21 vagy 23 asszisztot szereztek. Következtetésül levonhatjuk, hogy az asszisztoknak nincs jelentős ráhatása a végeredmény kialakulására. A statisztikai

minimum érték az asszisztok számára vonatkozóan: 3, a statisztikai maximum érték: 26. Az összes mérkőzésre vonatkozó átlagérték a ligában: 12,08, a standard eltérés: 4,472.

A női ligában a csapat rendszerint győz, ha az asszisztok száma 11 felett van. Amikor az asszisztok száma kevesebb, mint 8, a csapat legtöbbször veszít.

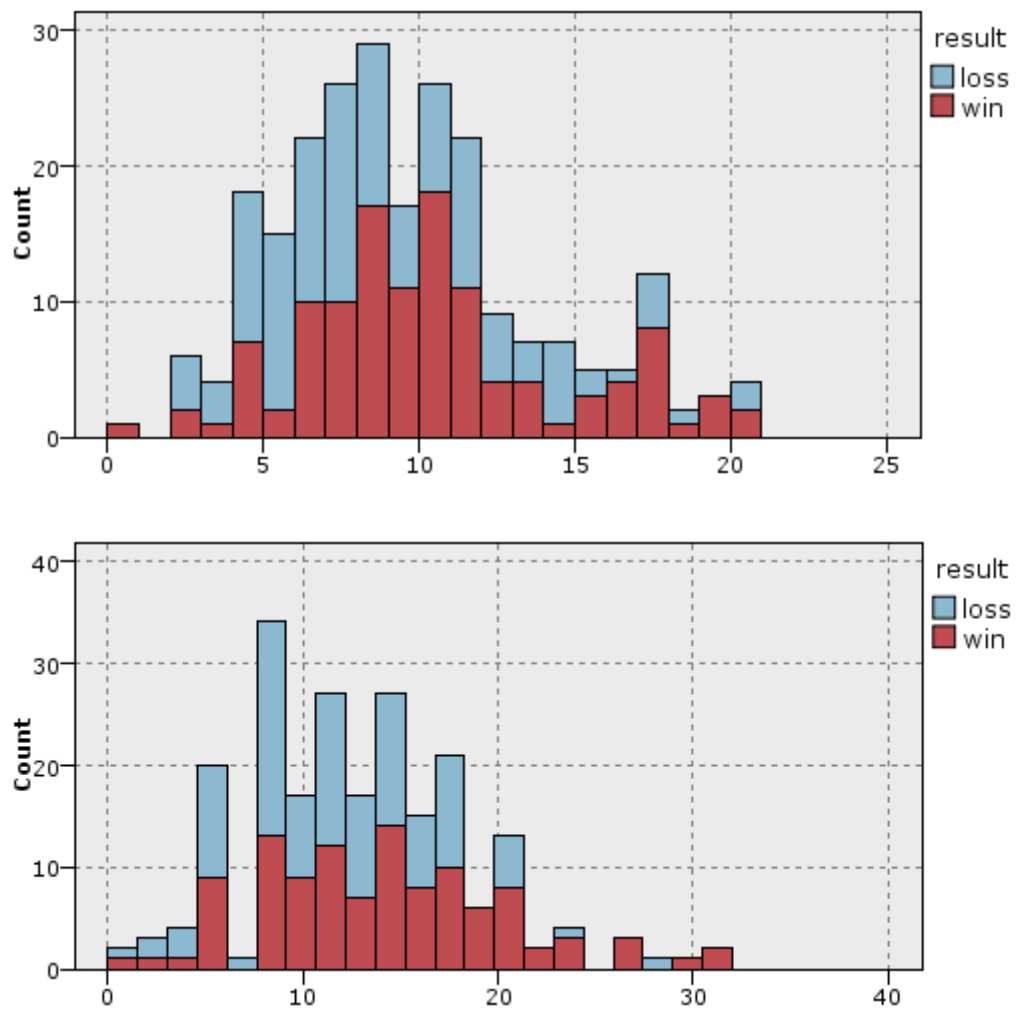
A grafikon arra is rávilágít, hogy egy csapat bizonyosan győz, ha az asszisztjainak száma meghaladja a 22-öt. Olyan esetre is volt példa, hogy a csapatnak nem volt asszisztja, mégis megnyerte a meccset. Az asszisztok számának jelentősebb a hatása a női ligában, mint a férfiaknál.

A statisztikai minimum érték az asszisztok számára vonatkozóan: 0, a statisztikai maximum érték: 32. Az összes mérkőzésre vonatkozó átlagérték a ligában: 10,87, a standard eltérés: 5,537.

2.3.7. A labdaszerzés hatása

Az 7. ábra a labdaszerzés végeredményt befolyásoló hatását mutatja mindkét vizsgált ligában. A *result* alatt a végeredmény látható (*win*-győzelem, *loss*-vereség), a labdaszerzések száma a *count* tengelyen található. Ha a labdaszerzések száma a férfi ligában magasabb, mint 15, a csapat rendszerint megnyeri a mérkőzést. Ha ez a szám 6 alatti, akkor a legtöbb esetben a csapat veszteni fog. A grafikon alapján megállapíthatjuk, hogy a labdaszerzések száma hatással van a végeredmény kialakulására, de kisebb mértékben, mint a védőlepatanók vagy a dobószázalék.

A statisztikai minimum érték: 0, amikor is a csapat egyetlen labdát sem szerzett a mérkőzés alatt. A maximum érték: 21. Az összes mérkőzésre vonatkozó átlagérték: 9,18, a standard eltérés: 4,192.



7. ábra

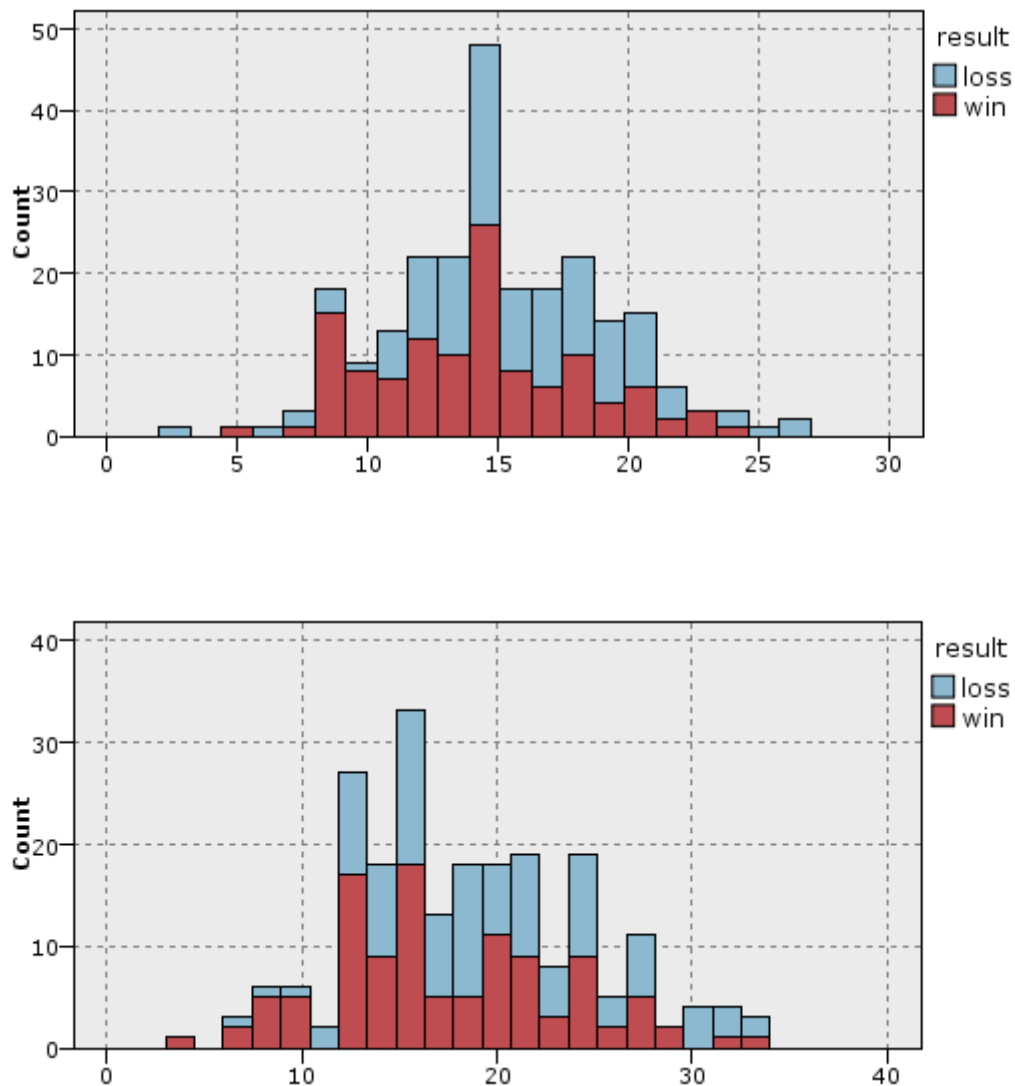
A labdaszerzés végeredményt befolyásoló hatása a szerb férfi kosárlabda ligában (felül) és a női kosárlabda első liga „A”-ban (alul)

Ha a labdaszerzések száma a női ligában magasabb, mint 18, a csapat rendszerint megnyeri a mérkőzést. A labdaszerzések számának csökkenésével nő az elvesztett mérkőzések száma.

A statisztikai minimum érték: 0, a maximum érték: 32. Az összes mérkőzésre vonatkozó átlagérték: 12,99, a standard eltérés: 5,644.

2.3.8. A leindulások hatása

Az 8. ábra a leindulások végeredményt befolyásoló hatását mutatja az elemzett bajnokságokban. A *result* alatt a végeredmény látható (*win*-győzelem, *loss*-vereség), a leindulások száma a *count* tengelyen található. Ha a leindulások száma a férfi ligában magasabb, mint 15 (felső grafikon), a csapat rendszerint elveszíti a mérkőzést. Ha ez a szám 10 alatti, akkor a legtöbb esetben a csapat nyerni fog. A grafikon megmutatja, hogy a leindulások száma jelentős hatással bír a végeredmény kialakulására.



8. ábra

A leindulások végeredményt befolyásoló hatása a szerb férfi kosárlabda ligában (felül) és a női kosárlabda első liga „A”-ban (alul)

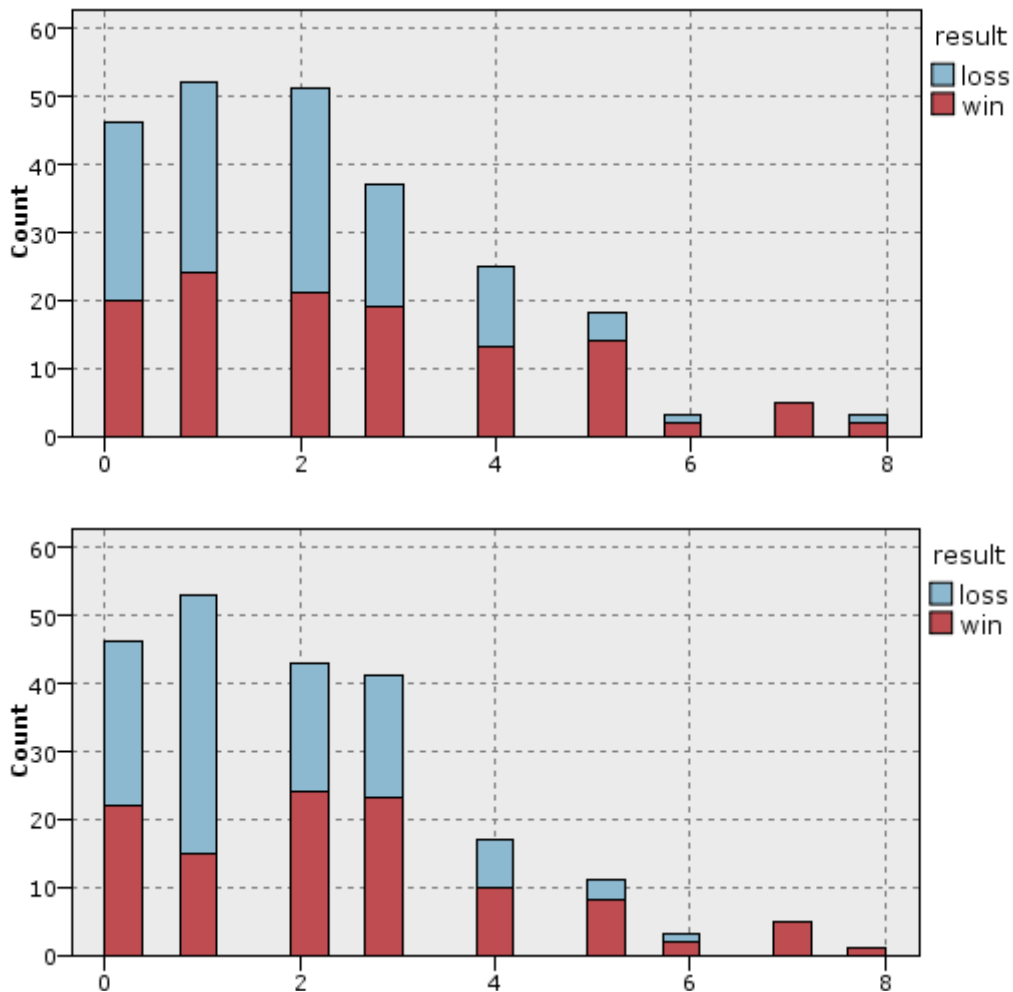
A statisztikai minimum érték a leindulásokra vonatkozóan: 2, a maximum érték: 27. Az összes mérkőzésre vonatkozó átlagérték: 14,92, a standard eltérés: 4,144.

A női ligában a csapat rendszerint nyer, ha a leindulások száma kevesebb, mint 10. Az ábra rámutat arra, hogy kapcsolat van a leindulások száma és a végeredmény kialakulása között. A statisztikai minimum érték a leindulásokra vonatkozóan: 3, a maximum érték: 34. Az összes mérkőzésre vonatkozó átlagérték: 18,49, a standard eltérés: 6,058.

2.3.9. A blokkok hatása

Az 9. ábra a blokkok végeredményt befolyásoló hatását mutatja. A *result* alatt a végeredmény látható (*win*-győzelem, *loss*-vereség), a kiosztott blokkok száma a *count* tengelyen található. A felső grafikon alapján megfigyelhető, hogy több mint 4 blokk esetén a csapat rendszerint megnyeri a mérkőzést. Ennek a statisztikai paraméternek nincs szignifikáns hatása a végeredmény kialakulására, ha ez az érték kevesebb, mint 4. A statisztikai minimum érték a blokkokra vonatkozóan: 0, a maximum érték: 8. Az összes mérkőzésre vonatkozó átlagérték: 2,22, a standard eltérés: 1,835. Mivel a női ligát bemutató grafikon közel azonos a férfiakat reprezentálóhoz kimondhatjuk, hogy a női ligában a blokkoknak nincs jelentős hatása végeredmény kialakulására.

A statisztikai minimum érték a blokkokra vonatkozóan: 0, a maximum érték: 8. Az összes mérkőzésre vonatkozó átlagérték: 2,02, a standard eltérés: 1,728.



9. ábra A blokkok végeredményt befolyásoló hatása a szerb férfi kosárlabda ligában (felül) és a női kosárlabda első liga „A”-ban (alul)

2.4. Következtetések

A kosárlabdázás progresszív módon halad előre. A minőségi játékosok és csapatok száma gyorsan növekszik. A versenyzés magas szintjein egy csapat sem lehet biztos abban, hogy minden mérkőzést biztonsággal megnyer. Egy mérkőzésre való megfelelő felkészülés jelentheti az átlagos eredménytől való eltérést a jó eredmény kiharcolásának irányába. Az ellenfelek feltérképezése igen fontos és nélkülözhetetlen eleme ezeknek a felkészüléseknek. Nemcsak az adatok mérkőzések alatti gyűjtési és rögzítési módjára, valamint a videóklip megnézésére kell különös figyelmet fordítani, hanem az adatok kezelési módszerére és a csapatnak történő bemutatásuk módjára is. A növekvő szakmai hozzáértés és a versengés megköveteli a kluboktól, hogy szisztematikus eljárásokat fejlesszenek ki minden egyes tevékenységre vonatkozóan. Adatbányászati

módszerekkel lehetővé válik mind bizonyos játékosok, mind a csapat mint egység elemzése. A szerb első ligás férfi és első liga „A”-s női kosárlabda csapatok modellezési adatait használva ismeretekhez jutottunk a játék módjával és a játék végeredményét befolyásoló legfontosabb tényezőkkel kapcsolatban. Mindkét ligában a védőleptattanóknak van a legnagyobb hatása a győzelem megszerzésére. A férfi kosárlabda gyorsabb játékon és több dobáson alapul, ezért a pontosság és a megfelelő edzőmunka különösen fontos. A női kosárlabdában nagyobb szerepet kap a védekezés, így más fontos tényezők is kiemelkedően fontosak, mint pl. a labdaszerzés és a gyorsindítás. Ezek mellett, lényeges magas szinten tartania kétpontos dobószázalékot és nem elrontani a „ziccereket”. A csapatsportokban számos módszer létezik a sportolók versenyre való felkészítésére. A jelen közlemény során bemutatott eredményeket úgy nyertük, hogy neuron hálózatot használtunk az összegyűjtött adatokra vonatkozóan. A módszer helyességét C5.0 döntés-fákat használva igazoltuk.

Ezek az edzőmódszerek fizikai, technikai, taktikai, pszichológiai és átfogó elemeket foglalnak magukban. Minden egyes összetevő elengedhetetlenül fontos a sportolók és a csapat formálásához, mely a sikeres játékhoz és a jó eredmény eléréséhez vezethet. Napjainkban az ellenfelek jó feltérképezése kivitelezhetetlen modern információs technika nélkül. Az edzők gyakran érdeklődnek a mérkőzés alatt arról, hogy hány pontot kaptak a zónavédekezésből, ill., hogy egy játékos milyen dobószázalékkal dob több különböző pozíciókból. Az edzőket, a segédedzőket, a játékosokat és a felderítőket az is érdekli, hogy egy adott játékos hány pontot szerez; információt gyűjtenek különböző védekezési módszerek mellett elért pontokról, arról, hogy hány pontot kaptak egy támadásból vagy ellentámadásból, ill. arról, hogy a csapat időben állt fel zónavédekezésre vagy sem. Ezek olyan további paraméterek, melyek befolyásolják a mérkőzés kimenetelét, de nem képezték részét a jelen tanulmányban bemutatott modellezésnek. Ennek az oka az, hogy ezeket az információkat nem rögzítik a kosárlabda-mérkőzésekről készülő tradicionális statisztikában. A mérkőzés egy mélyebb elemzése azonban rögzítheti ezeket a paramétereket is.

2.5. Modell Értékelési Szakasz

A szerb férfi kosárlabda ligában a hálózat 195 kimenetet helyesen jelzett előre a 240 lehetséges közül (120 mérkőzés, ahol minden csapat vagy nyer vagy veszít), ami a bemeneti adatok teljes számának 81,25%-a. Ebből látható, hogy a modell 45 esetben nem volt képes az eredményt helyesen előre megítélni, ami az összes eset 18,75%-át

jelenti. A 120 dokumentált győzelemből az algoritmus 99-szer jelzett előre helyesen, míg 21 győzelem esetében tévesen vesztes mérkőzést prognosztizált. A vesztes mérkőzéseket tekintve az algoritmus a 120 elvesztett mérkőzésből 96-ot tökéletesen ítél meg előre, míg 24 vesztes meccset tévesen győztesnek. A 8. táblázat a megbízhatósági mátrixot mutatja. A szerb női kosárlabda első liga „A” esetében, a hálózat a 220 lehetséges kimenetelből 181 alkalommal prognosztizált helyesen, ami a bemeneti adatok teljes számának 82,27%-a. Következésképpen a modell 39 esetben prognosztizált tévesen, ami az összes eset, 17,73%-a. A 181 dokumentált győzelemből az algoritmus 144-szer jelzett előre helyesen, míg 37 győzelem esetében, tévesen vesztes mérkőzést prognosztizált. A vesztes mérkőzéseket tekintve, az algoritmus a 160-at tökéletesen ítél meg előre, míg 21 vesztes meccset, tévesen győztesnek. A 9. táblázat a megbízhatósági mátrixot mutatja.

A bemeneti paramétereken alapuló, legrelevánsabb kosárlabda-paramétereket magában foglaló modellnek relatív magas prognosztizáló precizitása van a mérkőzés kimenetelével kapcsolatban. A bemeneti adatok több mint 80%-a helyesen jelzi előre a mérkőzés végső kimenetelét.

5. táblázat

A modell pontossága a szerb férfi kosárlabda ligára vonatkozóan

Igaz	195	81,25%
Hamis	45	18,75%
Összes	240	

6. táblázat

A modell pontossága a szerb női kosárlabda első liga „A”-ra vonatkozóan

Igaz	181	82,27%
Hamis	39	17,73%
Összes	220	

7. táblázat

Megbízhatósági mátrix a szerb férfi kosárlabda ligára vonatkozóan

	elvesztett	megnyert
elvesztett	96	24
megnyert	21	99

8. táblázat

Megbízhatósági mátrix a szerb női kosárlabda első liga „A”-ra vonatkozóan

	elvesztett	megnyert
elvesztett	82	28
megnyert	11	99

A neurális hálózat által nyert eredményeket a C5.0 döntés-fa erősítette meg.

A 80% feletti prognosztizálási pontosság megerősíti, hogy a modellt helyesen használtuk. A nagyobb pontosságot az a tény gátolta meg, hogy a kosárlabda-statisztikákkal összhangban számos eseményt nem rögzítettünk. Az olyan programokat, mint pl. a BSV valós időben használunk a mérkőzés ideje alatt, így ki kell választani, hogy melyik eseményt rögzítjük és melyiket nem. Ahhoz, hogy a bemutatottnál összetettebb ismeretet szerezhessünk a mérkőzéssel kapcsolatban, ill., hogy újabb mintákat találhassunk, szélesebb adathalmazra van szükségünk, vagy egy olyan szoftver használatára, mely képes lenne az összes releváns eseményt elemezni a mérkőzés későbbi megnézésékor.

3.EDZŐI DEMONSTRÁCIÓS ÉS MODELLEZÉSI RAJZTÁBLA ÉS KOSÁRLABDA MODELLEZÉSI PROGRAM

Az információs technológia fejlődése, valamint a szociális és gazdasági élet összes területével való integrálódása a sportra is jelentős hatást gyakorol. Az egyre növekvő professzionalizmus és verseny arra készíti a klubokat, hogy munkájukat és tevékenységeiket egyre szisztematikusabb módon közelítsék meg. Az ilyen irányú fejlődés különösen az edzés, illetve az ellenfél csapatok és játékosok játékának elemzésében, más szóval a felderítésben mutatkozik meg szignifikánsan. Egyre növekvő igény van tehát egy olyan programcsomagra, amely mélyebb és részletesebb betekintést enged a kosárlabdában alkalmazott taktikai lépésekbe, lehetővé teszi helyzetek elemzését és létrehozását, videofelvételek visszanézését, és melynek használatával lehetővé válik nyomtatott beszámolók készítése, úgymint az összes helyzet, eredmény és észrevétel dokumentálása a munka során. Az alábbi programot a szerb nemzeti csapat használja a mérkőzésekre való felkészülésekor minden hivatalos és barátságos találkozón, mérkőzés alkalmával. A dolgozat második fele e programcsomag felépítésébe és alkalmazásába nyújt betekintést, mely programcsomag jelentős segítséget nyújt kosárlabdahelyzetek elemzéséhez, szimulálásához és a felderítéshez. A grafikus elemek saját modellezési módszerekkel szerkeszthetők. A program a grafikus elemek megjelenítésére speciális modellezési módszereket alkalmaz. Egy ilyen szerkesztőprogram létrehozásához számos kisegítő rendszer alkalmazására volt szükség, mint pl. bitmap művelet (forgatás, átláthatóság, újraméretezés, zsugorítás és szélesítés bizonyos paraméterekkel), a játékosok számára kijelölt helyzetek (útvonalak) megjelenítésére és megváltoztatására (vonal megrajzolása adott pontokkal, pontok közti távolságok kiszámítása pixelekből, vonalak elválasztása bizonyos pontokban). A programban a kosárlabdahelyzetek különböző fázisokban képeződnek le az adott fázisra specifikus megrajzoló technikával és animációval. Az animáció ismétlődő művelet, melynek során minden lépésben az adott helyzetnek és körülménynek megfelelően (gyorsaság, késleltetés) a játékosok egyik helyről a másikra mozognak, „feldarabolva” ezáltal a játékosok pályagörbéjét.

3.1. A technológia fejlődése a kosárlabda-ellenfelek felderítésében

A csapatjátékban számos módszer áll rendelkezésre ahhoz, hogy a játékosok felkészüljenek a versenyekre. Vannak fizikai, technikai, taktikai, pszichológiai és integrált felkészítési módok. Mindegyiknek megvan a maga alapvető fontossága és szerepe egy sportoló vagy csapat felkészítésében, a sikeres és eredményes teljesítmény

elérésében. A megfelelő és igen magas színvonalú felderítés manapság elképzelhetetlen modern információs technológia nélkül. Ez különösen az amerikai futballban alkalmazott felderítésben mutatkozik meg. Minden csapatnak van egy ún. „suttogója”, az a személy, aki mind az ellenfél edzőjének, mind a játékosoknak a szájáról képes olvasni, hogy ezáltal megjósolható, előrevetíthető legyen a következő taktikai lépés, helyzet. Az emberi tényező azonban még mindig a legfontosabb a felderítésben. Nem az számít, hogy a felderítők az ellenfél tervezett lépését tökéletesen olvasták-e le, hiszen a pályán lévő játékos az, aki az adott pillanatban döntést hoz az utolsó pontról, az utolsó jó védekezésről és az utolsó szabálytalanságról. A felderítés a röplabdában is egy érdekes dolog, különösen a végrehajtásának módjában. Minden idők legjobb szerb edzője szerint a szerb nemzeti csapat csak akkor lett Európa- és világbajnok, amikor modernizálták az információs technológiájukat. A kosárlabdában különös szerepe van az ún. „Haladó felderítésnek”, ami az egyik legjobb felderítő program ezen a területen. Először a Chicago Bulls használta akik ötször voltak NBA-bajnokok. Óriási egyéniségek vannak a csapatukban, köztük talán minden idők legjobb NBA-játékosa Michael Jordan. Azonban ők sem nyertek egyetlen trófeát sem, amíg be nem vezették a „Haladó felderítés” programot. E tanulmány e programba kínál betekintést. A projekt az UML specifikáció alkalmazásával jött létre. A rendszer statikus aspektusát tekintve a Használati Eset modellt (the Use Case model) és az Osztály Diagram modellt (the Class Diagram) használták, dinamikus aspektusában pedig a Cselekvés Diagram modellt (the Activity Diagram). A Cselekvés Diagram a cselekvés folyamatát a kezdeti pontjából kiindulva írja le, és így halad egészen a végső, befejező pontig. A Cselekvés Diagrammal folyamatokat modellezünk lépésről lépésre, tekintetbe véve minden körülményt, ami a következő lépéshez szükséges egészen a végső pontig. A Használati Eset diagram lehetőséget biztosít egy rendszer elsődleges elemeinek, és az általuk végzett funkciók meghatározására (résztvevők, felhasználó). Ily módon lehetőség van egy globális kép kialakítására, ami alapjául szolgálhat a jövőbeli lépések megvalósításának. Az Osztály Diagram a rendszer grafikai leírása, ami az osztályokat, azok jellemzőit, illetve az osztályok közötti kapcsolatokat és összefüggéseket tartalmazza. Az Osztály modell a rendszer egy sokkal hatékonyabb kivitelezéséhez járul hozzá, aspektusainak egyértelmű meghatározásával. Mivel a jelen operációs rendszerek eléggé interaktívak a felhasználók tekintetében, így természetes, hogy ez a rendszer is egy a helyzeteket megjelenítő grafikus modellező módszert alkalmaz, ahol az edzői demonstrációs rajztábla lesz munkaablak. Egy ilyen alkalmazás fő előnye, hogy a

klasszikus rajztáblával szemben lehetőség van helyzetek elmentésére, megjegyzésekkel kiegészített beszámolók kinyomtatására a játékosoknak tartott prezentáció közben, valamint a videóra elmentett helyzetek különböző gyorsaságban történő visszajátszására. Többféle modellező program létezik a piacon, ami megfelel ezeknek a követelményeknek. Az alábbiakban ismertetett programfelépítés alapjául szolgálhat minden hasonló típusú grafikai szerkesztő/modellező programnak minden csapatjáték számára (futball, kosárlabda, kézilabda stb.). Jelen tanulmány a kosárlabda modellezési programot mutatja be, de kisebb változtatásokkal ez egy univerzális grafikus programmá is válhat. Kivitelezése *Borland Builder* 6-ban valósul meg C++ program nyelvezettel. Videók létrehozásához az API- OpenCV-t használtuk.

3.2 A kosárlabda-edzői demonstrációs-modellezési tábla és program bemutatása

Az első lépések egyike egy felmerülő probléma demonstrálásában és modellezésében az elemzés (73) és a követelmények specifikációja (81). Az elemzési folyamat közben fontos, hogy választ kapjunk a következő kérdésekre:

1. Az alkalmazott programcsomag fő célja, hogy funkcióját tekintve a felhasználó alapvető igényeinek megfeleljen. Az alkalmazás egy olyan grafikai szerkesztő-modellező program, ami lehetőséget nyújt a felhasználónak, hogy elemeket adjon hozzá a munkaablakon, beállítsa a tulajdonságokat és minden elemhez helyzeteket rendeljen. Helyzetábrákat és azok fázisokra lebontott összegzését is meg kell jelenítenie a rendszernek, valamint képesnek kell lennie videó felvételek létrehozására és beszámolók nyomtatására.
2. A programcsomag hardver-követelményei

Vannak csapatok világszerte, akik PDA-eszközöket használnak. Ezek viszonylag kicsik és könnyen szállíthatók. Elég jó memóriával rendelkeznek és lehetőséget nyújtanak arra, hogy írjunk, rajzoljunk rajtuk. Az előbbiek alapján elmondható, hogy van egy alapvető felépítés és követelményrendszer, aminek a grafikus modellezési programoknak meg kell felelniük, továbbá standardok, amelyeket figyelembe kell venni:

1. Az MDI (82) alkalmazás lehetőséget nyújt számos dokumentummal (és helyzetábrával) való munkára.

2. Minden egyes dokumentum két eszköztárból áll (az egyiket arra használjuk, hogy grafikai elemeket adjunk hozzá a munkalaphoz, a másikkal lehetőség van ikonokkal a fázisokat, az animációt és műveleteket megváltoztatni, kivitelezni: *undo* - visszavonás, *redo* - visszaállítás, *delete* - törlés) a munkalapon.

3. Egy új helyzetábra létrehozása előtt a felhasználónak lehetősége van megválasztani azt, hogy a kosárlabdahelyzet melyik térfélen jöjjön létre (egyik térfélen vagy mindkét térfélen), milyen irányban orientálódjon (vízszintes vagy függőleges), mennyi játékosal kezd a hazai és a vendégcsapat, valamint kiválasztható a játékosok grafikus megjelenítési formája (típus: kör, háromszög, mez és szín).

4. Minden grafikus elem bizonyos tulajdonságokkal rendelkezik

a, Játékosok: név, pozíció, mezszám, méret, a pályára irányuló szög, státusz (hazai vagy vendégjátékos) és annak módja, ahogyan megjelenik a munkafelületen. Minden grafikai elemhez jegyzeteket lehet készíteni.

b, Labda: méret,

c, Akció, helyzet (út): megjegyzés, vonalszélesség, az útvonalon mozgatott elemek gyorsasága és késleltetése,

d, Jelző, ami jelzi a részt a munkalapon.

5. Létrehozható műveletek a grafikai elemeken *cut* (kivágás), *copy* (másolás), *paste* (beillesztés), *delete* (törlés), *undo* (visszavonás) és *redo* (visszaállítás):

a, A felhasználó be tud állítani adott útvonalakat, ahol az animációkat és a képeket elmentheti, és változtatásokat tehet a helyzetábrával való demonstráció során: az animáció sebessége változtatható, eldöntheti, hogy az útvonalak láthatóvá váljanak-e az animáció lejátszása közben, a játékosok pozícióit változtathatja, valamint a munkalapon beállíthatja az elemek méretét a kiválasztott pontok által.

b, a kosárlabda helyzetek folyamatában lépésekben jelennek meg. Miután a játékosokhoz hozzárendeltük a kiválasztott cselekvést, az ikonra kattintva léphetünk tovább a következő lépésre, először azonban az első lépés

animációja jelenik meg. A játékosokat a második és következő lépéseknél nem lehet az egér használatával mozgatni, mivel így megmarad a cselekvések sorrendje és a játék logikus lefolyása.

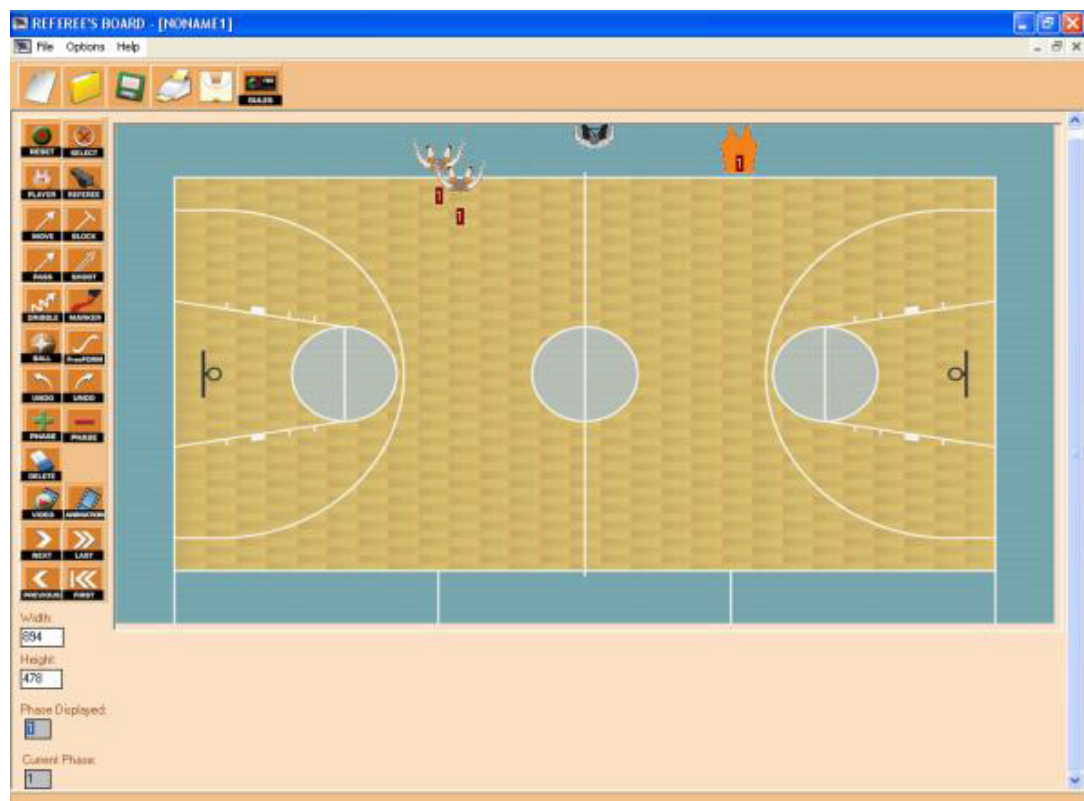
c, Lehetőség van a lépések megváltoztatására, azaz a lépések törlésére és új lépések hozzáadására, tovább ugorhatunk a következő lépésre, vissza az előzőre, vagy az első és rögtön az utolsó lépésre.

d, Lehetőség van a helyzetek animációjára, azaz egy aktív cselekvéssor megjelenítésére.

6. A kosárlabda cselekvéssor/helyzet lementhető *AVI* vagy *SWF* fájlban. A program lehetővé teszi ezek lejátszását.

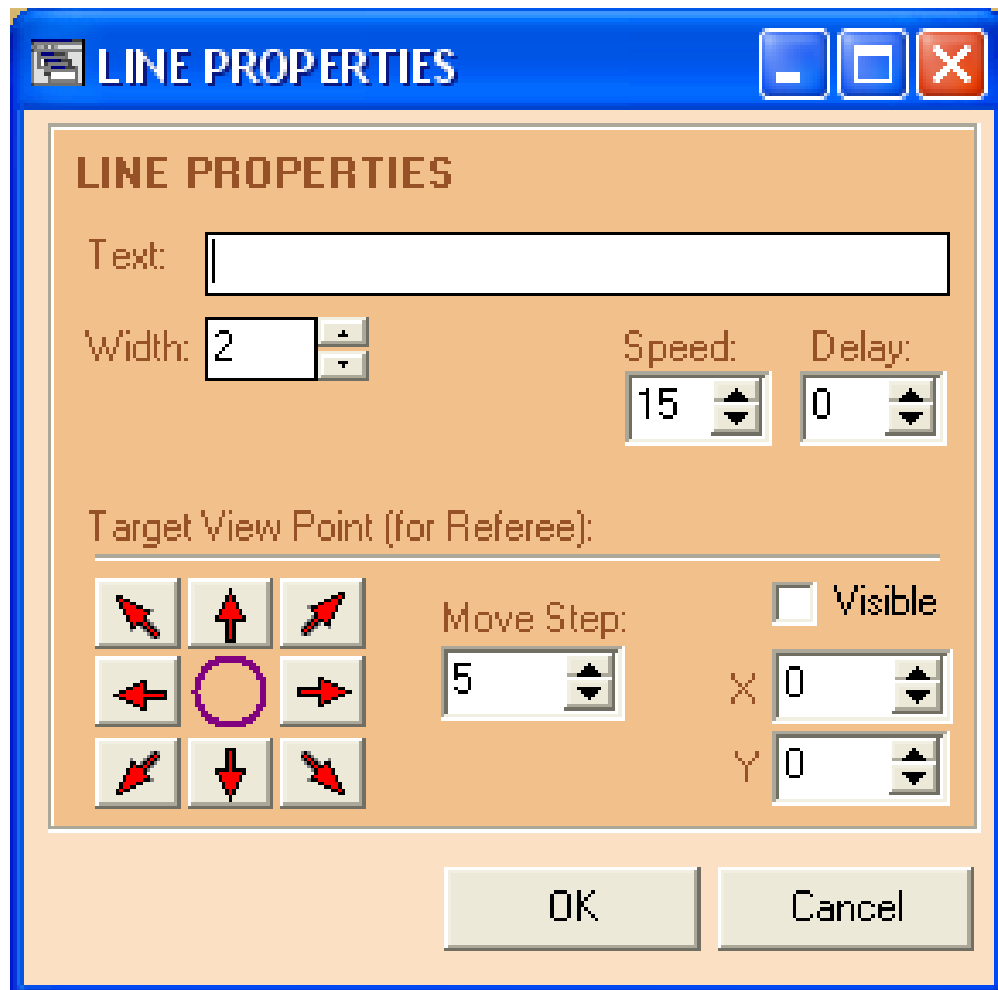
7. Lehetőség van egy aktív cselekvéssor kimerevítésére.

Két típusú beszámoló létrehozására van lehetőség: egy általános- a felhasználó megjegyzéseivel és egy a kosárlabdahelyzeteket a legtipikusabb cselekvéssorok képeivel illusztrált beszámoló készítésére, azaz, ami tartalmaz minden lépést és a felhasználó megjegyzéseit.



10. Ábra Egy pillanatnyi helyzet létrehozása

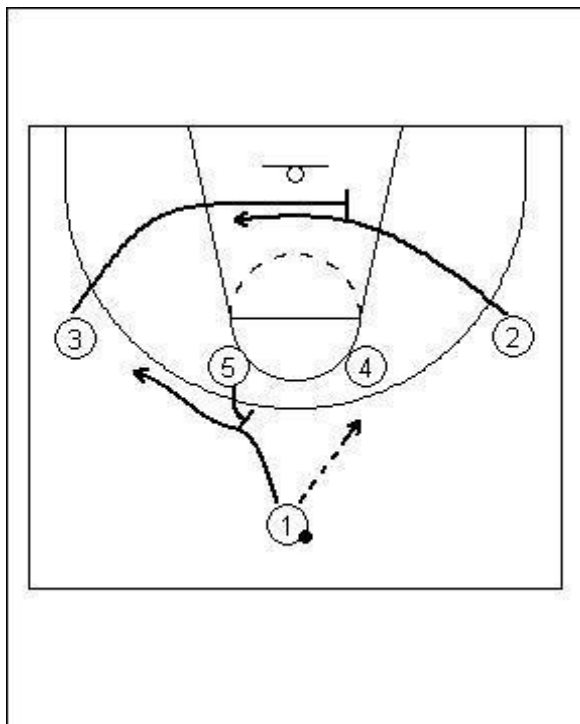
Az átfedések elkerülése érdekében, vagyis ha a távolság a játékosok között a következő lépésnél kevesebb, mint a beállított érték, egy üzenet jelenik meg a képernyőn, hogy a felhasználónak újra ellenőriznie kell az összes kijelölt relációt a játékosok között. Ha minden rendben van, akkor nem jelenik meg az átfedés a képernyőn. Azután a *DeselectAll* módszer kerül behívásra, amivel az összes kiválasztott elemet töröljük. A 11. Ábra mutatja, hogyan kell beállítani az útvonal tulajdonságait. A felhasználó a jobb egérgomb megnyomásával a pályavonalon kiválasztja a Vonal Tulajdonságok közül a megfelelőt (Line Properties). A felhasználó szöveget is bevihet (rövid megjegyzést) a játékos mozgásáról, ami kinyomtatható a továbbiakban. A szélesség (Width) paraméter a vonal vastagságára utal, amin a játékos mozog, a gyorsaság (Speed) és Késleltetés (Delay) paraméterek a játékos gyorsaságát és késleltetését határozzák meg. A bírót és az ő kijelölt útvonalát tekintve a felhasználó kiválaszthatja az adott irányt és látószöget (valójában a bíró mozgását az útvonal határozza meg, látószögét a fej mozgása határozza meg a Target Point paraméterek szerint).



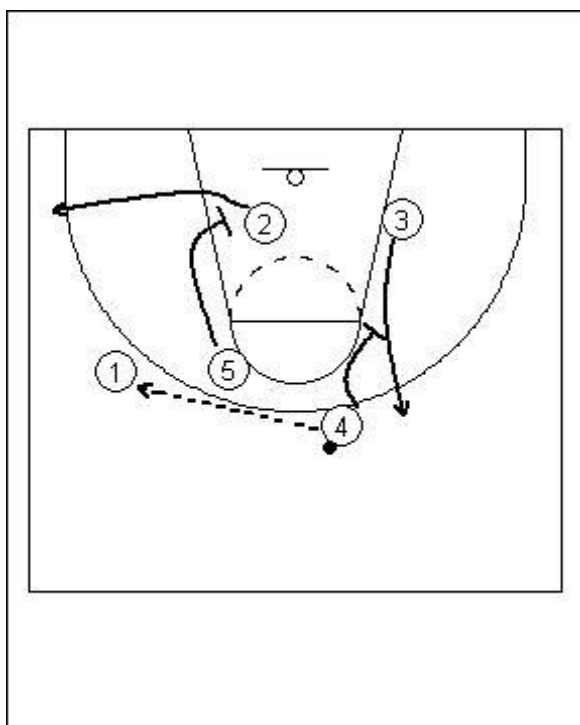
11. Ábra: Az útvonal tulajdonságainak beállítása

A *CalculateNewPosition* alkalmazásakor visszatérünk ahhoz a ponthoz, ahol az elemet mozgatni fogjuk. A végén a *MoveTo* teszi lehetővé az elemek valós mozgatását. Amikor az elem eléri a kijelölt végső pozíciót, azaz amikor a távolság egyenlő a *previous Distance* (korábbi távolság) tulajdonsággal, akkor a *finishedAnimation* tulajdonság *true* (igaz) értéket ad, és az animáció befejeződött. Amikor az egész animációt lejátszunk, az összes lépés listája ellenőrizhető, ami a *TanimatedAction* osztály tulajdonsága és minden lépés az *AnimatePhase* módszerrel hívható be.

A 12-es és 13-as Ábra a kosárlabda helyzet létrehozásának folyamatát mutatja.



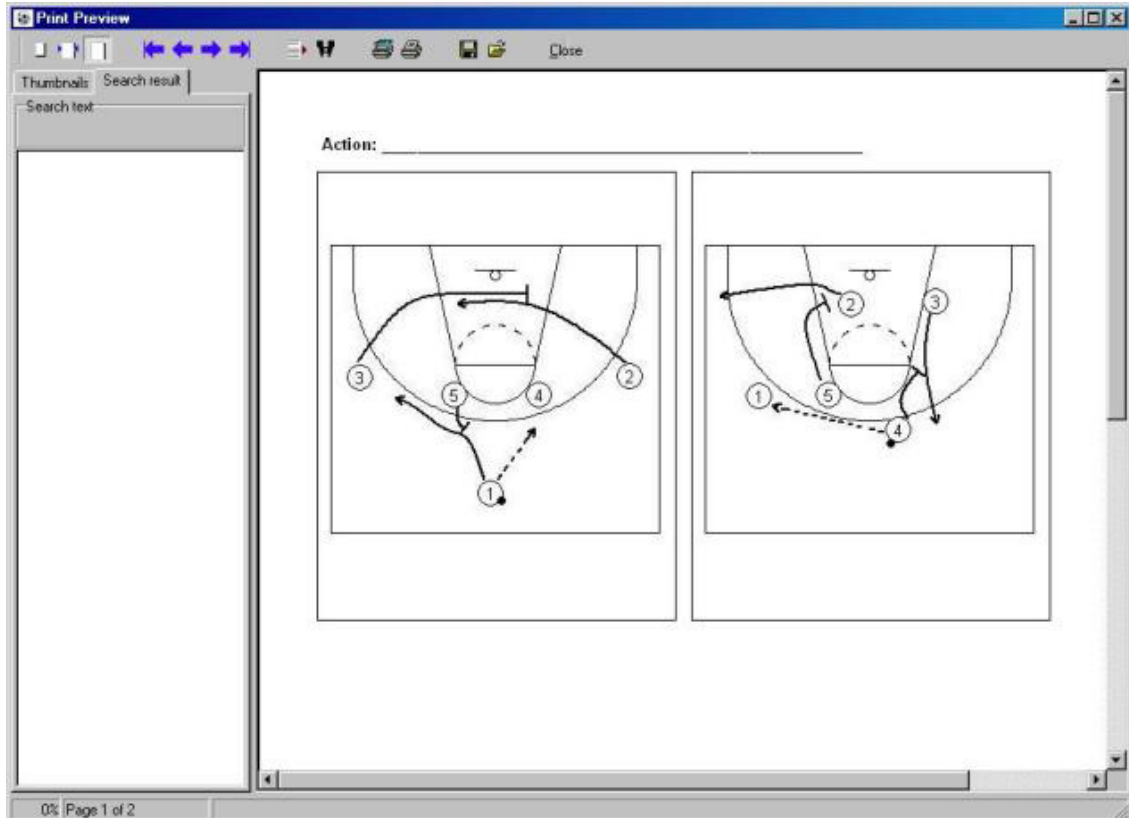
12. Ábra Példa egy kosárlabda helyzetre



13. Ábra Példa egy kosárlabda helyzetre

a. Beszámoló nyomtatása

Beszámoló nyomtatására a *QuickReport* komponenseit használjuk. Az alap komponens a *QuickRep*, vagyis a beszámoló, amit kinyomtatunk. Minden információnak vagy adatcsoportnak van egy *SubDetail* komponense, amelyben adatokat rendezhetünk. Röviden, minden *SubDetail*-nek kell rendelkeznie egy alap komponenssel, azaz *QuickRep* komponenssel, és minden információnak kell lennie *SubDetail* alap komponensének. A komponenseket dinamikusan hozzuk létre, mivel a beszámoló a fázisok számától és a terület (pálya) választásától függ. Ha a felhasználó fél pályát választ egy adott kosárlabda helyzet létrehozásához, a beszámolóban négy kép jelenik meg ugyanabban a sorban, minden egyes fázishoz egy külön kép (a kép minden fázis kezdeti állapotát tünteti fel). Ábrák létrehozása a *createBitmapsForPrint* módszer behívásával lehetséges. Ez a módszer minden egyes munkalapot (minden fázist külön-külön) képek sorával ábrázol, amit később dinamikusan alakíthatunk bizonyos pozícióknál. Minden fázisnak *Bitmap* tulajdonsága van, ami a fázis kezdeti állapota. Ezt követően az összes grafikus bejegyzéshez adott felhasználói megjegyzés sorba rendeződik (ha léteznek ilyenek).



14. Ábra Példa egy beszámolóra

b. A grafikus modellező program használatának összefoglalása

Jelen tanulmányrész a grafikus modellező program alkalmazását mutatja be, melynek segítségével létrehozhatunk, szerkeszthetünk, animációs formában megjeleníthetünk, és videó felvételeket hozhatunk létre kosárlabda helyzetekről. Bemutatja a lépéseket a tervezéstől a kivitelezésig. Részletesen, lépésenként ismerteti a folyamatokat, amelyek egy ilyen program alkalmazásával létrehozhatóak a Használati Eset modell (the Use Case model) diagramból, az osztály diagramból (the Class Diagram) kiindulva egészen a rendszer dinamikus aspektusáig. A kosárlabda helyzetek szakaszokból állnak, melyek lerajzolásának és animációjának megvan a saját módszere. Az animációs problémák és a szakaszok animációjának megoldásához szükséges volt a fejlesztőcsoport számára, hogy megértsék, hogyan lehet bánni a grafikus elemekkel, különböző pontokkal, továbbá a grafikus elemek mozgatásával a felhasználó számára beállítható paraméterek biztosításával: gyorsaság, késleltetés. A legnagyobb problémát a játékosok eltérő sebességének megjelenítése jelentette. Módszereket kellett kifejleszteniük a játékosok aktuális pozíciójának ábrázolásához, valamint a pontok kijelöléséhez, amelyek jelzik a játékos útját az adott sebességgel, egy pontosan kijelölt helyig. Az animáció megvalósítása előtt fel kellett osztani a vonalakat a különböző pontok között még több pontra, amelyek ábrázolják a játékos mozgását. Erre azért volt szükség, hogy egy folyamatos animációt hozzanak létre. A gyorsaság problémáját úgy oldották meg, hogy a játékost számos ponton végigvitték az adott útvonalon. Ez azt jelenti, hogy az animáció egy lépésenkénti folyamat, amiben minden egyes lépés bizonyos feltételek (gyorsaság, késleltetés) mellett úgy valósul meg, hogy a játékosok egyik pontról a másikra mozognak, vagyis a játékos útvonala "feldarabolódik". Természetesen, az animáció további tökéletesítését jelenthetnék a jobb algoritmusok, egy új adatstruktúra, ami felgyorsíthatja az elemek kezelését. Ehhez hasonló problémák felvetése és megoldása nagymértékben hozzájárulna ahhoz, hogy a kosárlabdaedzők a játékosokkal együttműködve hatékonyabb taktikai megoldásokat fejleszthetnének ki a rájuk váró feladatok és kihívások sokkal sikeresebb teljesítése érdekében. Összefoglalásképpen elmondhatjuk, hogy egy ilyen modellező program alkalmazása kiterjeszthető volna más csapatsportok feladatainak modellezésére is, úgy mint labdarúgás, vízilabda vagy kézilabda. A Használati Eset modell (the Use Case model), az osztály diagram (the class diagram) és az állapot

diagram (the state diagram) némi módosítással mintául szolgálhat ezen sportok specializált modellezési programjainak kidolgozásához.

4.A KARDIOVASZKULÁRIS REAKTIVITÁST JELLEMZŐ PARAMÉTEREK VIZSGÁLATA KOSÁRLABDÁZÓK FIZIKAI TERHELÉSE SORÁN

4.1. Az artériás stiffness

Az artériás falmerevség (arterial stiffness) – mely a pulzushullám terjedési sebességgel jellemezhető - az aorta, illetve a nagyartériák dinamikus tulajdonsága, melyet az érfal szerkezete, az érfali funkció, valamint a vérnyomás határoz meg (70). A klinikai gyakorlatban meghatározható stiffness alatt az érfal (pl. thoracalis és abdominális aorta) erőhatás keltette tágulási ellenállását értjük. A természetes öregedés során, az életkor előrehaladtával az aorta falat alkotó elasztikus rostok feltöredeznek, új rostok nem képződnek, helyüket az elasztinnál 100x rigidebb kollagén veszi át (48). Ezért az aortafal élettani tulajdonságai megváltoznak, a fal merevebbé, rigidebbé válik. Mindezek következtében a PWV_{ao} értéke az életkor előrehaladtával emelkedik egészséges emberekben is (3, 29), és ez a változás már fiatal életkorban megkezdődik. A leggyakrabban vizsgált és az irodalomban széles körben citált paraméter az artériás falmerevség (aortic stiffness, aortic pulse wave velocity, PWV_{ao}). Ezen túlmenően non-invazív módon meghatározható a teljes perifériás érellenállás, mely az aorta augmentációs indexszel (aortic augmentation index, Aix_{ao}) írható le. Továbbá meghatározható és kalkulálható a centrális (aortás) szisztolés vérnyomás (aortic systolic blood pressure, SBP_{ao}), és a centrális pulzusnyomás (aortic pulse pressure, PP_{ao}) is (71, 72, 60, 62). Ezek a paraméterek önállóan, vagy együttesen erős prediktív értékűek és a hagyományos kardiovaszkuláris rizikóbecslést pontosítják.

Hansen és munkacsoportjának több, mint 9 éves utánkövetéses vizsgálata, mely igazolta, hogy random módon kiválasztott 40-70 év közötti átlag populációban a pulzushullám terjedési sebességének növekedése sokkal nagyobb pontossággal jelzi a cardiovascularis történések bekövetkezésének valószínűségét mint a klasszikus rizikófaktorok (28).

4.2. Az artériás funkció vizsgálata – elméleti háttér

Egészséges fiatal felnőttben az invazív módon mért PWV_{ao} érték – attól függően, hogy mely aorta szakaszra (pl. ascendens, thoracalis, abdominalis) vonatkozóan mérték -3,9-6,5 m/s közötti (9. táblázat).

9. táblázat Egészséges önkéntesekben (fiatal felnőttek) invazív módon mért PWVao normál értékek.

(McDonalds's: Blood Flow in Arteries: Theoretical, Experimental and Clinical Principles (Hodder Arnold Publication) 5th Edition by Nichols, Wilmer W.; O'Rourke, Michael F. published by Hodder Arnold Publishers,2013.pp.89.)

Artery	Species	Wave velocity (cm/s)	Reference
Carotid-femoral artery	Human	730	Van der Heijden-Spek <i>et al.</i> (2000)
Ascending aorta	Human	520	Luchsinger <i>et al.</i> (1964)
	Human	387	Merillon <i>et al.</i> (1976)
	Human	545	Merillon <i>et al.</i> (1980)
	Human	440	Latham <i>et al.</i> (1985)
Thoracic aorta	Human	550–650	Wezler and Boger (1939)
	Human	400	Luchsinger <i>et al.</i> (1964)
	Human	530	Latham <i>et al.</i> (1985)
Abdominal aorta	Human	500	Luchsinger <i>et al.</i> (1964)
	Human	570	Latham <i>et al.</i> (1985)

Ha megkezdődik a természetes öregedés folyamata és mellette atherosclerosis is fennáll, akkor ennek során az aortafalon először „zsírcsíkok”, majd „fibrózus plakkok” jelennek meg, melyek a folyamat előrehaladtával „komplikált plakká” (bevérzés, thrombusképződés) alakulhatnak. A folyamat előrehaladtával az aortafal kifelégyesedhet, meszesedhet (65). Ezzel egyidejűleg az artériás stiffness, és ezzel együtt a PWVao sokkal kifejezettebben nő (8).

Igenjelentősek az „EVA és ADAM” vizsgálat megállapításai mely szerint az artériás falmerevség az életünk során a szív- érrendszeri betegségek rizikófaktorai által az aortafalra gyakorolt károsító hatásainak összegzett mértékét fejezik ki (47).

A mai napig három jelentős, nagy beteglétszámú, kemény végpontú populációs vizsgálat eredményét publikálták, mely egyértelműen igazolta, hogy a fokozott artériás falmerevség (aorta pulzushullámterjedési sebesség) önálló, független prediktora a szív-érrendszeri események kialakulásának. Az első a „Rotterdam Study”(2.835 egyén, átlagos életkor>70 év, átlagos követési idő 4,1 év) (44), második a „Copenhagen Study” (1.678 egyén, életkor 40-70 év, átlagos követési idő 9,4 év,) (Hansen, 2006), míg a harmadik a „Framingham Heart Study” (2.232 egyén, átlagos életkor: 63 év, átlagos követési idő: 7,8 év) (45).

Ismeretes, hogy az atherosclerosis folyamata nemcsak felnőtt korban, hanem meglehetősen fiatal életkorban is megkezdődhet (46). Ebből a szempontból a korai életkorban kezdődő atherosclerosis epidemiológiáját leíró egyik legismertebb tanulmány az ún. „P-DAY”-Study (Pathological Determinants of Atherosclerosis in Youth) (68). Az USA-ban az elmúlt évszázad 80-as és 90-es éveiben végzett prospektív vizsgálatban 15 centrumban 15-34 éves korú, nem betegség miatt elhunyt személy aortáját és jobb oldali szív-koszorú erét vizsgálták, és rögzítették az atherosclerosis morfológiai jegyeit. A gyakoriság sorrendjében a következő meglepő elváltozásokat találták: zsírcsík, fibrózus plak, komplikált plak, és meszes plak.

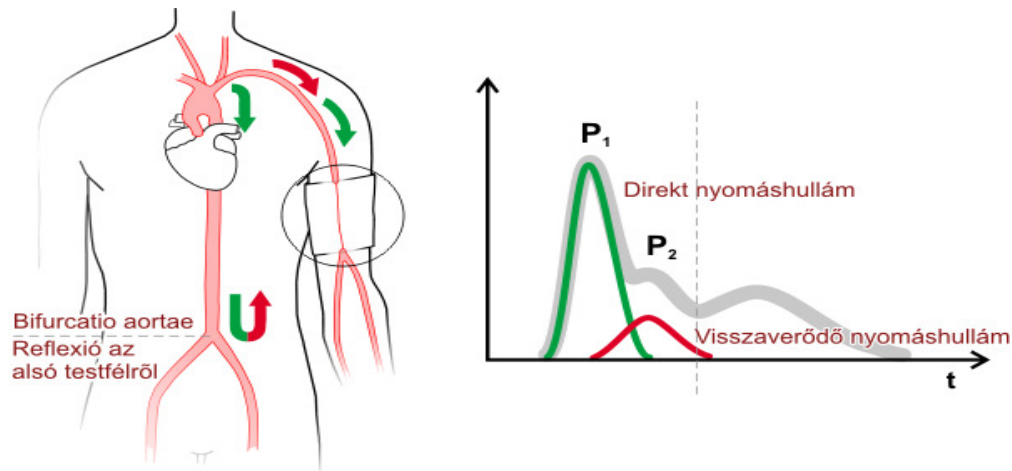
4.3. A vizsgálatok során alkalmazott módszerek

Az artériás stiffness mérése oscillometriás elven alapuló készülékkel

A mérési folyamat gyakorlatilag nem sokban különbözik egy standard digitális vérnyomásméréstől. A készülék egy vérnyomásmérést követően a felkarra helyezett mandzsettát az aktuálisan mért systoles vérnyomásérték fölé fújja fel, legalább 35 Hgmm-rel magasabb értékkel, így a mérés idejére teljesül a feltétel az artéria brachialis occlusioja. A speciális, ún. stop-flow metodus kizárja a felvett nyomásgörbék torzulását. A véráramlás csupán 8-20 sec.-ra szűnik meg.

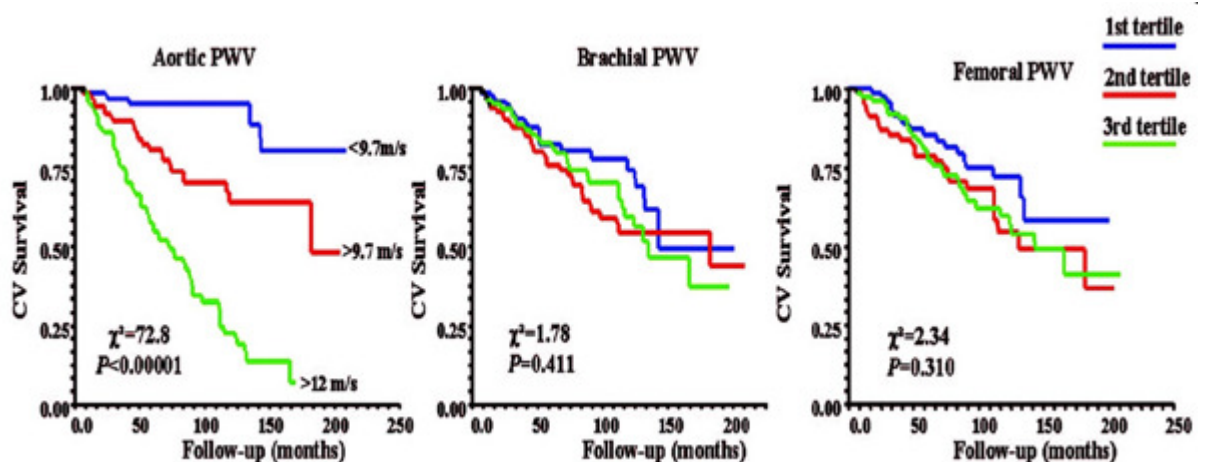
A módszer a következő élettani jelenségen alapul: a bal kamrai ejekció eredményeként az aorta ascendensben kialakuló elsődleges szisztolés pulzusnyomás hullám (P_1) végighaladva az aortán elsősorban az aorta bifurcatio magasságából visszaverődve másodlagos, vagy visszavert hullám (P_2) formájában még a szisztole ideje alatt megjelenik az aorta gyökben, s „rárakódik”, augmentálódik az elsődleges, vagy primer hullámra. Ha a brachialis artériát okkludáljuk az aktuális szisztolés vérnyomás értékét 35 Hgmm-rel meghaladó mandzsettanyomással, akkor a fentebb említett két pulzusnyomás hullám csúcspont (P_1 , P_2) könnyen detektálható, megkülönböztethető és regisztrálható (Illyés, 2006). Az oscillometriás mérési elven működő eszköz (Arteriográf) által regisztrált pulzusnyomás hullám görbe két csúcsának (P_1 és P_2) megjelenése között eltelt idő azonos az pulzusnyomás hullámnak az aorta gyöktől az aorta bifurcatióig, illetve az aorta bifurcatiótól az aorta gyökig történő „visszatérési” idejével (visszatérési idő; return time, RT). A jugulum és az os pubis felső szélé közötti távolságot megmérve

(jugulum-symphysis távolság [Jug-Sy]) – mely távolság nagyon jó korrelációt mutat a valódi aorta hosszal (Sugawara, 2008) -, majd elosztva a fenti időtartam felével az aorta pulzushullámterjedési sebesség kiszámítható; ($PWV_{ao} = \text{jugulum-symphysis távolság} / RT/2$).



15. ábra A pulzushullám terjedési sebesség mérése oscillometriás módszerrel. (www.arteriograf.hu/hu/arteria_stiffness/pulzushullam_analisis).

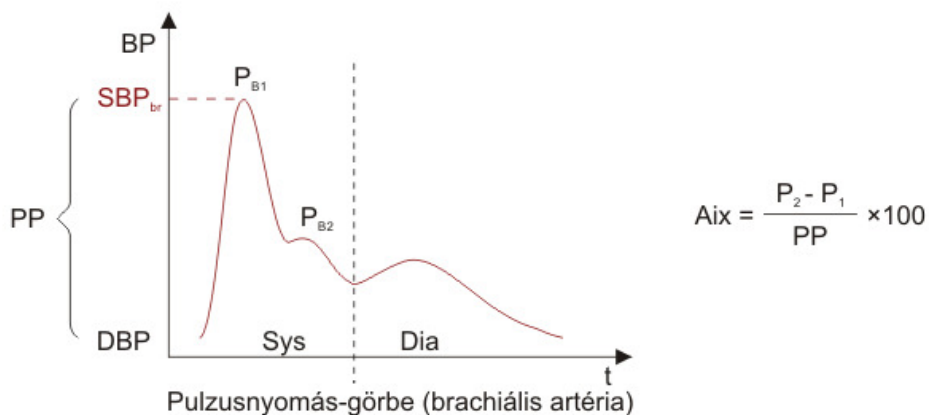
Felmerül a kérdés, hogy miért az aortán végezzük a PWV mérését és miért nem pl. az artéria brachialison, vagy az artéria femoralison. Pannier és munkatársai 305 vesebetegen párhuzamosan mérték az aorta, az brachialis és a femoralis artériákon a PWV-t. 70 hónapi követés során figyelték, hogy melyik artérián mért PWV korrelál a cardiovascularis mortalitással. Egyértelműen bizonyították, hogy csak az aortán mért PWV-nek van kórjelző értéke (53).



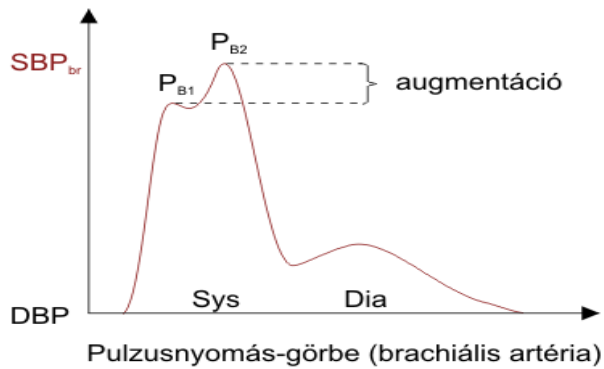
16. ábra A kardiovaszkuláris túlélés (CV survival) és a különböző helyen mért pulzushullám terjedési sebesség (PWV) közötti összefüggés ábrázolása.

4.3.1. Az augmentációs index

Elasztikus erekben, ahol a pulzushullám terjedési sebessége alacsony, az erek elágazódási pontjáról visszaverődő hullámok a diastole alatt érnek vissza az aortagyökhöz. Merev artériák esetén, ahol a pulzushullám terjedési sebessége magas a visszaverődő hullámok előbb, még a systole ideje alatt érnek vissza a centrális artériához, ezáltal az előrehaladó pulzushullámra rátevődve növelik a systoles nyomást. Ez a folyamat az augmentációs index-szel (Aix) számszerűsíthető, mely kifejezi, hogy az első és második systoles csúcs közötti nyomáskülönbség hány százaléka a pulzusnyomásnak. $Aix = (P_2 - P_1 / PP) \times 100$. Az augmentációs index a pulzushullám-reflexió mértékét írja le. Az Aix az ejectio okozta korai systoles és a visszavert késői systoles hullám amplitúdója közti különbség és a pulzusnyomás százalékban kifejezett aránya.



17. ábra Pulzusnyomás-görbe normál perifériás rezisztencia esetén



18. ábra Pulzusnyomás-görbe emelkedett perifériás rezisztencia esetén

4.3.2. Validáció

Minden új mérési módszer esetén a legfontosabb kérdés, hogy a mért értékek mennyire pontosak, mennyire megbízhatók. Az Arteriográf validálása megtörtént mind a korábban leggyakrabban alkalmazott non-invazív módszerekkel szemben (applanációs tonometria, piezo-elektromos módszer) (Baulmann, 2008), mind invazív módon (Horváth, 2010). Az invazív és non-invazív módszer összehasonlítása a Pécsi Tudományegyetem Szívgyógyászati Klinikáján történt. A TensioMed Arteriográfval készített felvételeket hasonlították össze a szimultán végzett invazív módon rögzített pulzusnyomásgörbékkel. A non-invazív módon Arteriográfval és az invazív módon, katéteres úton mért PWV és AIx értékek szoros korrelációt mutattak (31).

4.3.3. Az echocardiographia

Az echocardiographia a kardiológiában manapság alapvizsgálatnak számít a klinikai gyakorlatban. Elsősorban abban különbözik a többi ultrahangos vizsgáló módszertől, hogy gyorsan mozgó, változó képleteket és áramlást kell megjelenítenie. A szív ultrahangos vizsgálata során a szívet működése közben vizsgáljuk. A legkisebb szerkezeti eltérések is azonosíthatók, bármikor kontrollálhatók, a változások nyomon követhetők. A vizsgálat során mérhetők a szív üreginek méretei, látható a falak és szívbillentyűk mozgásai. Meghatározható a szív pumpafunkciója, az ejectios fractio, az izomzat merevsége, a szívburok állapota.

Echocardiographiát végeztünk 2D, M-mód és hagyományos, valamint szöveti Doppler technikára is alkalmas készülékkel és 3 MHz-es kompatibilis transzducerrel (Vivid I, GE. USA). Tekintve, hogy méréseinket a kosárlabdapályán végeztük a fent említett modell hordozható, laptop nagyságú változatát alkalmaztuk. Méréseinket a jelenleg érvényben levő európai irányelveknek megfelelően végeztük, és eredményeinket ennek megfelelően interpretáltuk (37). Simpson formulával határoztuk meg a bal kamrai szisztolés funkciót. Csúcsi négyüregű képből kalkuláltuk az E és A hullámokat. E/A hányadosból határoztuk meg a bal kamrai relaxációt. Szöveti Doppler technikával határoztuk meg a longitudinális sebességet a mitralis anulus septalis és laterális részén. Korai (E') és késői (A') hullámokat mértünk egymást követő három kardiológiai ciklusban és E/E' hányadost képeztünk a bal kamrai töltőnyomás megbecslésére.

4.3.4. Statisztikai módszerek és elemzés

Az adatokat átlag $\pm$ SD formában adtuk meg. A statisztikai analízist a kívánalmaknak megfelelően a Student-féle független egy vagy kétmintás t-próbával végeztük, statisztikailag szignifikáns eltérésnek a $p < 0,05$ értéket tekintettük. A statisztikai analízis SPSS 15.0 programmal történt (SPSS Inc., Chicago, Illinois, USA).

A PWV_{ao} percentilis értékeit LMS-módszerrel határoztuk meg, melyhez az "LMS Chartmaker" számítógépes programot alkalmaztuk.

5. Eredmények

5.1 Az aorta pulzushullám-terjedési sebesség (PWV_{ao}) referencia értékeinek meghatározása 3-18 éves fiú populációban

Az ide vonatkozó szakirodalmat megvizsgálva kitűnik, hogy napjainkig gyakorlatilag csak igen csekély számú 0,2-20 éves korú fiatal egyénről közöltek PWV_{ao} referencia adatokat. Ezen közlemények túlnyomó többségében vizsgált „egészséges populáció” egyrészt rendkívül kisszámú (összesen alig 140 fő), másrészt gyakorlatilag csaknem kizárólag kontrollként szolgáltak különböző vizsgált betegcsoportokhoz. Ezen túlmenően a vizsgálatban résztvevők az életkori eloszlás tekintetében messze nem tekinthetők kiegyensúlyozottnak. Mindössze egy tanulmányban vizsgáltak megfelelően

nagy populációt (1.008 páciens, 6-20 év), azonban az életkori eloszlás ebben a csoportban sem kiegyensúlyozott, hiszen a vizsgálatba bevont páciensek túlnyomó többsége (68,1%) 15-20 év közötti életkorú (59).

Ugyanakkor az is feltűnhet, hogy ezekben a vizsgálatokban a PWVao értékeit részben Doppler-ultrahang segítségével, részben applanációs tonometriával határozták meg. Jól tudjuk, hogy ezek a vizsgálati módszerek szofisztikált, laboratóriumi körülményeket igényelnek, hosszadalmasak, és nem kevés kellemetlenséggel járhatnak, tehát csak korlátozottan alkalmazhatók a gyermek populációban.

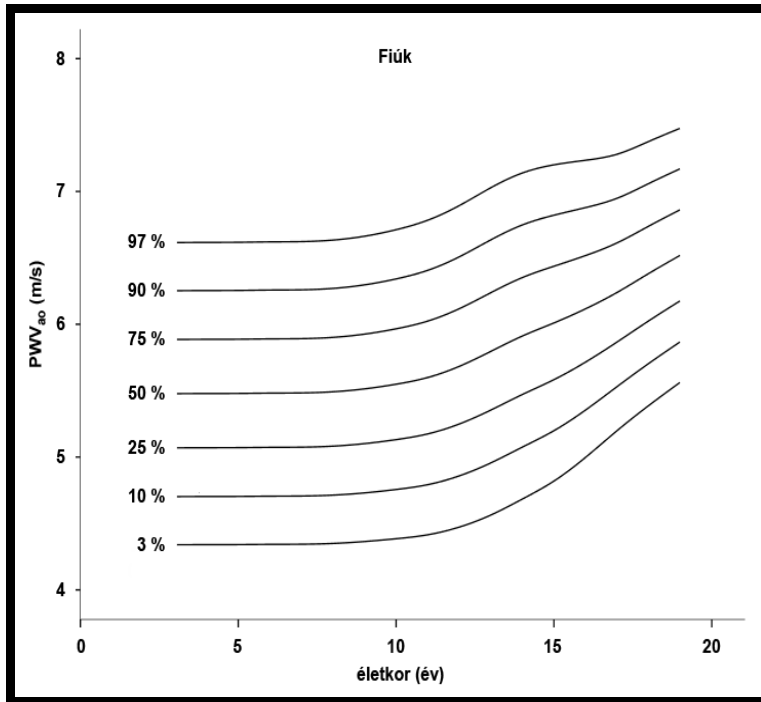
Ezért jelen vizsgálatunk célja volt a PWVao referencia értékeinek meghatározása jelentős létszámú,- egészséges, életkori eloszlás tekintetében jól kiegyensúlyozott populációban egy újonnan kifejlesztett, non-invazív, oklúzív-oszcillometriás elven működő, invazív módon is validált, könnyen kezelhető mérőeszközzel (30). Vizsgálatunkba 1.802 fiút, vontunk be (életkor: 3-18 év). Nem titkolt módon abból a célból, hogy későbbiekben ebből a populációból merítve az ő vizsgálati adataik referenciaként szolgáljanak és összehasonlíthatók legyenek korban és antropometriai mutatók vonatkozásában hozzájuk illeszkedő sportoló, kosárlabdázó fiúk nyugalmi helyzetben mért adataival.

10. táblázat A PWVao átlagos értékei az életkor függvényében 3-18 éves fiúk esetében

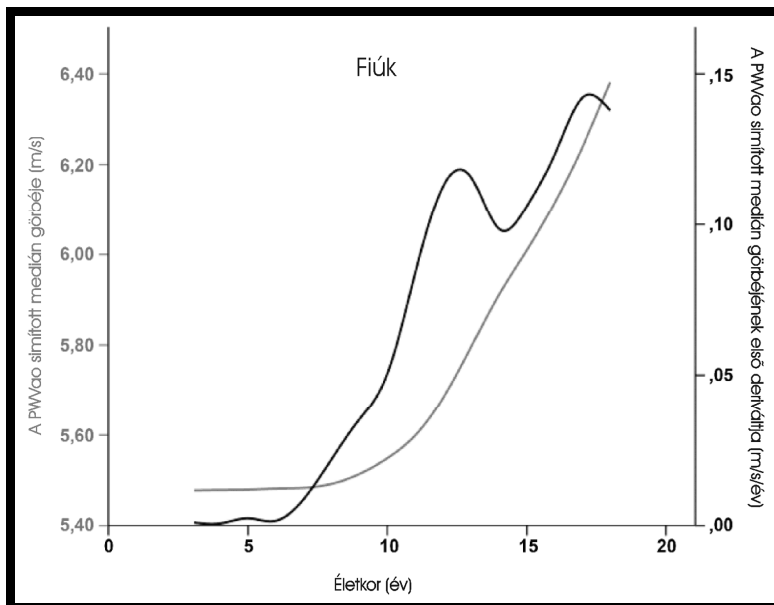
(PWVao; aorta pulzushullámterjedési sebesség, SD; standard deviáció)

Kor (életév)	Életkor szerinti esetszám (n)	Aorta pulzushullám terjedési sebessége PWvao (m/s) $\pm$ SD
3	44	5,5 $\pm$ 0,6
4	53	5,5 $\pm$ 0,6
5	80	5,5 $\pm$ 0,6
6	120	5,4 $\pm$ 0,7
7	85	5,5 $\pm$ 0,5
8	74	5,4 $\pm$ 0,6
9	92	5,6 $\pm$ 0,6
10	81	5,5 $\pm$ 0,7
11	80	5,6 $\pm$ 0,7
12	101	5,6 $\pm$ 0,7
13	169	5,8 $\pm$ 0,6
14	187	6,0 $\pm$ 0,7
15	171	6,0 $\pm$ 0,7
16	162	6,2 $\pm$ 0,6
17	197	6,3 $\pm$ 0,6
18	106	6,5 $\pm$ 0,5

19. ábra. A PWV_{ao} 3-97 percentilis görbéi az életkor függvényébe 3-18 éves fiúk esetében



20. ábra. A PWV_{ao} 50. percentilis görbéje (szürke vonal), valamint annak első deriváltja (fekete vonal) az életkor függvényében 3-18 éves fiúk esetében.



5.2. Megbeszélés

A PWV_{ao} életkorral összefüggő változásait 3-18 éves fiúk esetében az 10. táblázat összegzi. A 3-18. életév közötti átlagos PWV_{ao} emelkedés mértéke megközelítően 1 m/s volt. Ez az érték szignifikáns módon $5,5 \pm 0,3$ m/s-ról emelkedett $6,5 \pm 0,3$ m/s-ra ($p < 0,05$) a vizsgált fiú populációban. Az általunk talált eredményekkel legjobb egyezést a korábban elvégzett vizsgálatok közül a Reusz és munkatársai (59) által közölt adatok mutatnak, habár munkacsoportjuk 6-20 év közötti - tehát az általunk vizsgált egyénekhez viszonyítva korban idősebb - korosztályt vizsgált, eltérő módszerrel.

A fiúk medián (50. percentilis) PWV_{ao} görbéjének vizsgálatakor látjuk, hogy az életkor előrehaladásával történő PWV_{ao} emelkedés nem egyenletes, annak dinamikája összetettebb (19. ábra). A PWV_{ao} értékek nem változnak lényegesen a 3. és 8. életév között, míg azt követően jelentős, meredek emelkedést látunk a vizsgált fiúk esetében.

A PWV_{ao} 50. percentilis görbéjének első deriváltja – mely a dinamikus változások sebességét mutatja meg – az első igen jelentős emelkedési pontot az általunk vizsgált fiú populáció esetében 12,1 éves, korban jelzi (20. ábra). Úgy gondoljuk, hogy ez az emelkedés nem magyarázható sem a perifériás artériás vérnyomás, sem a centrális vérnyomás, vagy pulzusnyomás emelkedésével. Véleményünk szerint ez az újonnan felismert jelenség elsősorban a pubertás kezdetét jelző élettani változásokkal magyarázható.

Erre utal, hogy az irodalomban fellelhető adatok szerint több szerző igazolta, hogy már korai életkorban változik az aortafal szerkezete, illetve biokémiai összetétele, mely azt eredményezi, hogy az életkor előre haladtával az aortafal fokozatosan elveszti a születéskor rá jellemző, elasztikus tulajdonságait (61,68). Ezáltal lehetséges, hogy a 3-8 éves kor között egyenletesen emelkedő vérnyomás folyamatosan emelkedő oldalirányú feszülést okoz az aortafalban, anélkül, hogy az aortafal elasztikus tulajdonságát jellemző pulzushullám terjedési sebesség változna. Ezzel ellentétben 10-12 éves kor körül, illetve a későbbi életkorban ezt a feszülést az aortafal már nem tudja kompenzálni teljes mértékben mint korábban, így az aortafal fokozottabb feszülése elkerülhetetlen lesz, amely a PWV_{ao} értékek emelkedéséhez vezet.

6. A fizikai terhelés hatása az artériás érfali funkciókat jellemző paraméterekre fiatal sportolóknál

Az artériás érfali merevséget (artériás stiffness) jellemző paraméterek mérése elfogadott módszernek számít a felnőttkori kardiovaszkuláris rizikó megítélésére. Egyre növekvő számú bizonyítékaink vannak károsodott vaszkuláris funkcióra fiatalkori populációkban: fiatalkori érelmeszesedés, obezitás, juvenilis hipertónia és veleszületett szívbetegségek.

Egy klinikai tanulmány megvizsgálta a tréning hatását az artériás stiffness paraméterekre egészséges fiatal sportolóknál összehasonlítva koszorúérbetegekkel (21). Az augmentációs index alacsonyabb volt azon sportolóknál, akik magasabb szinten tréningeztek, hosszabb ideje és nagyobb gyakorisággal, mint más sportolóknál. Egy másik vizsgálatban fiatal egészséges önkénteseket vizsgáltak naponta végzett tréning után a 6. napon, és meglepetésre azt tapasztalták, hogy nem volt szignifikáns különbség az augmentációs index, vaszkuláris tónus, valamint a szívfrekvencia variabilitás vonatkozásában a kontroll csoporthoz viszonyítva (35). Ezen adatok azt mutatják, hogy az artériás stiffness paraméterek változhatnak függetlenül a frekvencia variabilitástól és a vaszkuláris tónustól. Az irodalomban kevés adatot találunk arra vonatkozóan, hogy az akut fizikai terhelés milyen hatást fejt ki az artériás stiffness paraméterekre fiatal sportolóknál.

Ezért vizsgálatunk célja az volt, hogy összehasonlítsuk az artériás stiffness jellemző paramétereket fiatal sportolóknál és fiatal, egészséges önkéntesekben nyugalomban. Ezen túlmenően célunk volt megvizsgálni az artériás stiffness paraméterek változását fiatal kosárlabdázókban különböző típusú akut fizikai terhelés hatására (58).

6.1. Vizsgált egyének, vizsgálmódszerek

Vizsgálatunkba 108 fiatal férfit (fiút) vontunk be (átlag életkor: $14,2 \pm 3,4$). Valamennyi fiatal szülei írásos beleegyező nyilatkozatot írtak alá. A vizsgált egyének jellemző klinikai paramétereit a 11. táblázat mutatja be. Minden résztvevőnek készült nyugalmi 12-elvezetési EKG és nem fogyasztottak semmilyen gyógyszert a vizsgálat alatt. Az akut terhelési vizsgálatot 58 különböző korú fiatal kosárlabdázó teljesítette

(1. csoport: 11-12 évesek, 2. csoport: 13-14 évesek, 3. csoport: 15-16 évesek). Valamennyi sportoló a Rátgéber Akadémia fiatal kosárlabdázói közül került ki. Az artériás stiffness paramétereket megvizsgáltuk nyugalomban, izometriás (20 felülés és fekvőtámasz) és dinamikus (400 m sprint) terhelés után.

Artériás stiffness (Arteriográf)

Az artériás stiffness paramétereket (PWV, AIx) egy újonnan kifejlesztett, oszcillometriás műszer segítségével (Arteriográf) mértük (Tensiomed KFT. Budapest, Hungary). A jugulum-symphysis távolságot (mely elfogadható becslése az aorta hosszának) használtuk a PWV meghatározására. Az augmentációs indexet a korai és reflektált hullám amplitudójának különbségéből kalkuláltuk. A méréseket nyugalmi fekvő pozícióban végeztük és akkor fogadtuk el, ha a mérések minőségi indikátora egy megfelelő intervallumon belül volt. (SD szórás értéke 1,1 m/s alatt volt).

Echokardiográfia

Echokardiográfiát végeztünk 2D, M-mód, Doppler és szöveti Doppler technikát alkalmazva 3M Hz-es transzducerrel (Vivid I, GE. USA). Simpson formulával határoztuk meg a bal kamrai szisztolés funkciót. Csúcsi négyüregű képből kalkuláltuk az E és A hullámokat. E/A hányadosból határoztuk meg a bal kamrai relaxációt. Szöveti Doppler technikával határoztuk meg a longitudinális sebességet a mitralis anulus septalis és laterális részén. Korai (E') és késői (A') hullámokat mértünk egymást követő három kardiológiai ciklusban és E/E' hányadost képeztünk a bal kamrai töltőnyomás megbecslésére (37).

6.2.Eredmények

A vizsgált populáció szomatometriás és vérnyomás adatait a 11. táblázat foglalja össze. A sportolók és a fiatal egészséges önkéntesek között a 11-12 éves csoportban szignifikáns különbséget találtunk a testmagasság és a testsúly között. A két csoport között a PWV tekintetében nem volt szignifikáns különbség (5.82 ± 0.14 m/s

vs. 5.83 ± 0.12 m/s). AIXao tekintetében sem volt szignifikáns különbség a két csoport között ($5.34 \pm 1.5\%$ vs. $7.21 \pm 1.75\%$; $p=0.421$).

11. táblázat A vizsgálatba bevont fiatal sportolók (S) és kor szerint illesztett önkéntesek (V = volunteers) jellemző szomatometriás és vérnyomás adatai. (Átlag $\pm$ SD)

Paraméter	S	V	p-érték
11-12 év	n=18	n=16	
Testmagasság	156,8 $\pm$ 10,8	141,2 $\pm$ 4,8	0,009
Testsúly	44,2 $\pm$ 5,8	33,3 $\pm$ 4,5	0,005
BMI	17,9 $\pm$ 1	16,7 $\pm$ 1,8	0,178
JUG-SY	47,2 $\pm$ 3,1	41,5 $\pm$ 2,4	0,006
Systolés RR	112,2 $\pm$ 8	109,5 $\pm$ 5,8	0,523
Diastolés RR	60,7 $\pm$ 4,8	65,2 $\pm$ 6,7	0,21
Szívfrekvencia	75,3 $\pm$ 8,3	67,7 $\pm$ 9	0,158
13-14 év	n=22	n=15	
Testmagasság	173,6 $\pm$ 8	172,8 $\pm$ 6,8	0,771
Testsúly	61,3 $\pm$ 11	59,3 $\pm$ 9,6	0,602
BMI	20,25 $\pm$ 2,7	19,8 $\pm$ 2,6	0,651
JUG-SY	52,7 $\pm$ 3,2	51,7 $\pm$ 2,9	0,405
Systolés RR	121,9 $\pm$ 3,6	120,6 $\pm$ 5,8	0,742
Diastolés RR	61,9 $\pm$ 4,9	68,3 $\pm$ 5,8	0,003
Szívfrekvencia	70,8 $\pm$ 8,6	70,1 $\pm$ 7,5	0,806
15-16 év	n=18	n=19	
Testmagasság	185,6 $\pm$ 6,6	185,1 $\pm$ 5,6	0,88
Testsúly	74,75 $\pm$ 10,01	72,6 $\pm$ 9,7	0,653
BMI	21,9 $\pm$ 2,5	21,2 $\pm$ 2,8	0,609
JUG-SY	53,9 $\pm$ 3,4	55,8 $\pm$ 2	0,170
Systolés RR	122,9 $\pm$ 12,3	124,6 $\pm$ 4,9	0,71

Diastolés RR	62 ± 5,6	71 ± 5,3	0,003
Szívfrekvencia	56,6 ± 6,6	72,2 ± 14,7	0,010

A 12. táblázat a sportolók echocardiographiával meghatározott bal kamrai szisztolés és diasztolés paramétereit mutatja be. Életkor függő szignifikáns emelkedést tapasztaltunk a decelerációs idő és a mitrális beáramlás között. ($148,784 \pm 27.118$ ms vs. 165.979 ± 30.589 ms vs. 174.421 ± 33.548 ms) az 1. 2. és 3. csoportokban; $p < 0.004$ and $p < 0.0006$).

12.táblázat A vizsgálatba bevont sportolók echokardiográfiás jellemzői. A bal kamra szisztolés és diasztolés funkcióját jellemző paraméterek.

Parameter	Age 11-12	Age 13-14	Age15-16	p-value
EF (%)	68 ± 7	71 ± 6	70 ± 7	NS
Mitrális beáramlás				
E-hullám	1,018 ± 0,138	1,084 ± 0,137	0,897 ± 0,136	NS
A-hullám	0,610 ± 0,092	0,646 ± 0,102	0,575 ± 0,063	NS
E/A arány	1,885 ± 0,247	1,705 ± 0,28	2,089 ± 1,603	NS
DT(decelerációs idő)	148,784 ± 27,118 + #	165,979 ± 30,589 +	174,421 ± 33,548 #	+ $p < 0.004$ # $p < 0.0006$
Szeptális TDI				NS
S-hullám	0,086 ± 0,08	0,095 ± 0,011	0,092 ± 0,008	NS
E'-hullám	0,156 ± 0,018	0,160 ± 0,021	0,158 ± 0,018	NS
A'-hullám	0,073 ± 0,011	0,068 ± 0,01	0,101 ± 0,076	NS
E/E' hullám	6,494 ± 1,234 +	6,866 ± 1,081 #	5,503 ± 1,406 + #	+ $p < 0.0028$ # $p < 0.0001$
Laterális TDI				

S-hullám	0,089 ± 0,013	0,105 ± 0,022	0,096 ± 0,022	NS
E'-hullám	0,201 ± 0,026	0,195 ± 0,021	0,190 ± 0,013	NS
A'-hullám	0,078 ± 0,012	0,077 ± 0,013	0,075 ± 0,011	NS
E/E' arány	5,035 ± 0,910 + #	5,600 ± 0,749 + *	4,548 ± 1,058 # *	+ p<0.0012 # p<0.0482 *p<0.0001

EF: ejekciós frakció, E-hullám: korai diastolés beáramlás sebessége, A-wave: pitvari kontrakciós hullám sebessége, TDI: szöveti Doppler, S-hullám: szöveti systolés hullám, E'-hullám: szöveti Doppler korai diastolés beáramlási sebesség az annuluson vizsgálva, A'-hullám: szöveti Doppler késő diastolés beáramlási sebesség az annuluson vizsgálva. Átlag ± SD.

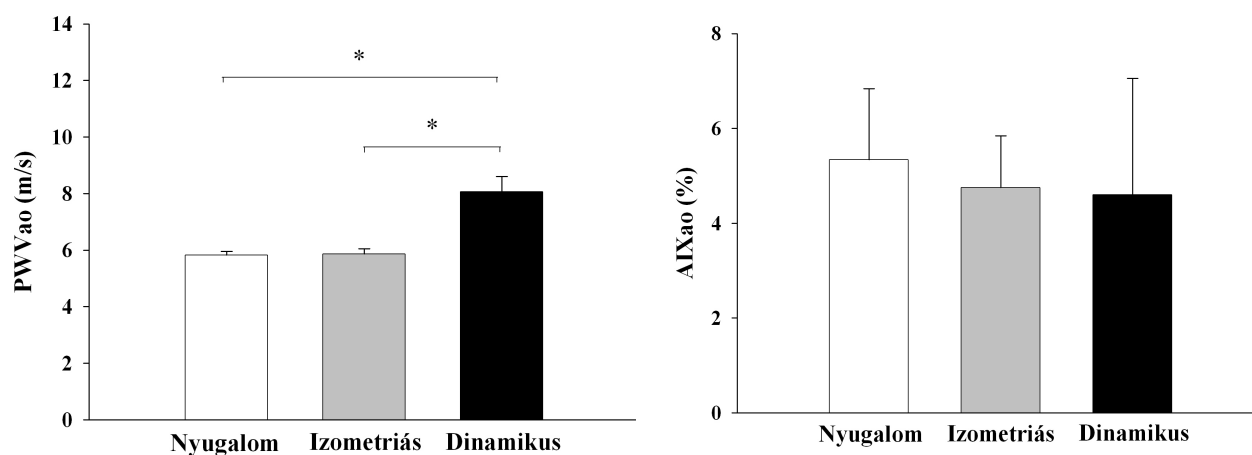
A fiatal sportolóknál a 3. csoportban szignifikánsan csökkent E/E' értéket találtunk az 1. és 2. csoporthoz viszonyítva, amit a mitralis anulus septalis részén mértünk. (6.494 ± 1.234 vs. 6.866 ± 1.081 vs. 5.503 ± 1.406 ; $p<0.0028$) Hasonlóan szignifikáns különbséget mértünk a három csoport között szöveti Doppler technikával a mitralis annulus szeptális részén 12. táblázat).

A 13. táblázat foglalja össze a szívfrekvencia, szisztolés és diasztolés vérnyomás értékeket nyugalomban és tréning után. Dinamikus terhelés követően a szívfrekvencia és a szisztolés vérnyomás értékek szignifikáns emelkedését tapasztaltuk. A diasztolés vérnyomás nem változott, amely a vérnyomás normális, fiziológias változására jellemző terhelést követően.

13. táblázat A szívfrekvencia, szisztolés és diasztolés vérnyomás változása nyugalomban, valamint izometriás és dinamikus fizikai terhelés után. Átlag $\pm$ SD

	1. csoport (11-12 év)			2. csoport (13-14 év)			3. csoport (15-16 év)		
	Nyugalom	Izometriás	Dinamikus	Nyugalom	Izometriás	Dinamikus	Nyugalom	Izometriás	Dinamikus
Szívfrekvencia (ütés/perc)	75.3 $\pm$ 3.4	72.2 $\pm$ 4.1	108.0 $\pm$ 4.0*	70.8 $\pm$ 2.2	72.7 $\pm$ 2.8	97.0 $\pm$ 4.5*	56.6 $\pm$ 2.2	67.8 $\pm$ 3.9	117.4 $\pm$ 4.9*
Systolés RR (Hgmm)	112.2 $\pm$ 3.3	117.0 $\pm$ 6.3	141.3 $\pm$ 6.3*	121.9 $\pm$ 3.5	131.7 $\pm$ 3.0	144.1 $\pm$ 5.5*	122.9 $\pm$ 4.1	127.8 $\pm$ 5.8	163.0 $\pm$ 4.8*
Diasztolés RR (Hgmm)	60.7 $\pm$ 2.0	59.0 $\pm$ 4.2	66.8 $\pm$ 3.3	61.9 $\pm$ 1.3	63.8 $\pm$ 1.7	67.4 $\pm$ 2.9	70.2 $\pm$ 8.1	58.0 $\pm$ 2.3	69.4 $\pm$ 2.9

Az 21. ábra az 58 sportoló centrális PWV és AIX értékeit mutatja nyugalomban,

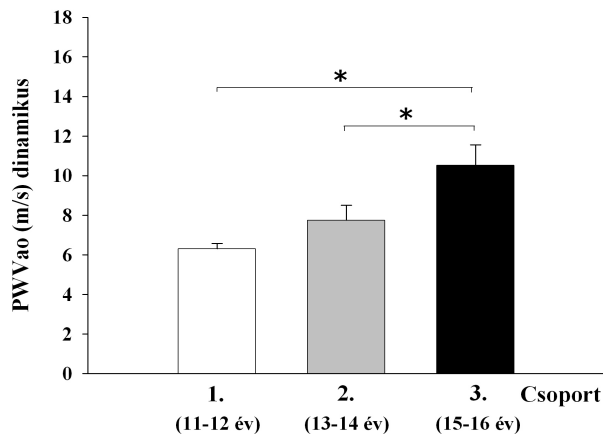


21. ábra Az aorta pulzushullám terjedési sebesség (PWV_{ao} ; 1.a.) és az augmentációs index (AIX_{ao} ; 1.b.) változása nyugalomban, valamint izometriás és dinamikus fizikai terhelés után. (Átlag + SD. ; * = p < 0.001.)

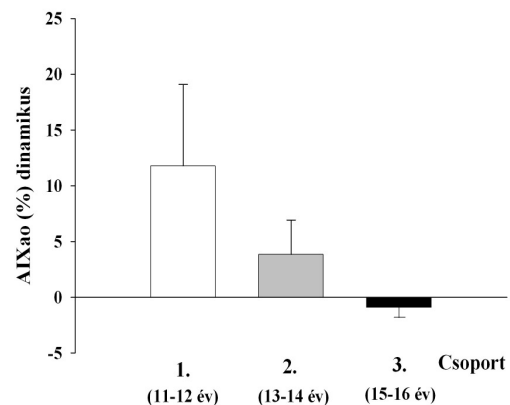
Ugyancsak összehasonlítottuk a centrális PWV és AIX eredményeket a három különböző csoportban dinamikus terhelést követően (22. ábra). Dinamikus terhelés

során fiatal sportolóknál a 3. korcsoportban a PWV értéke szignifikánsan magasabb volt, mint az első két csoportban (10.52 ± 1.03 m/s vs. 6.3 ± 0.27 m/s és 7.74 ± 0.76 m/s, $p < 0.01$). Az AIX tekintetében dinamikus terhelés során a 2. és 3. csoportot összehasonlítva az 1. csoporttal nem tapasztaltunk szignifikáns különbséget (11.77 ± 7.31 % vs. 3.84 ± 3.09 % vs. 0.92 ± 0.92 % 2. 3. és 1. csoportok; 2/b ábra).

2.a



2.b.

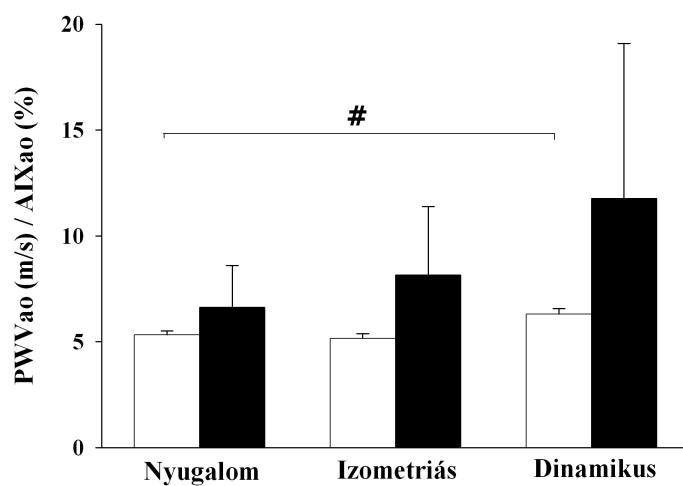


22. ábra Az aorta pulzushullám terjedési sebesség (PWVao; 2.a. ábra) és az augmentációs index (AIXao; 2.b. ábra) változása dinamikus fizikai terhelés hatására fiatal kosárlabdázók különböző csoportjaiban. 1. csoport = 11-12 év ; 2. csoport = 13-14 év; 3. csoport = 15-16 év. (Átlag + SD. ; * = $p < 0.001$.)

A 23. ábra mutatja a PWVao, AIXao értékeket nyugalomban, izometriás és dinamikus terhelés során ugyanazon csoporton belül. Az első csoporton belül a dinamikus terhelést követően a PWV szignifikánsan megemelkedett a nyugalmi értékhez képest (6.30 ± 0.27 m/s vs 5.33 ± 0.18 m/s; $p < 0.03$); fig. 3/a). A 3. csoportban a PWV hasonlóképpen szignifikánsan megemelkedett dinamikus terhelést követően az izometriás terheléshez viszonyítva (10.52 ± 1.03 m/s vs 6.16 ± 0.41 m/s; $p = 0.032$) és nyugalomban (5.99 ± 0.24 m/s; $p < 0.05$). Az augmentációs index csak a 3. csoportban csökkent szignifikánsan dinamikus terhelést követően az izometriás terheléshez és a nyugalmi állapothoz viszonyítva (-0.92 ± 0.92 % vs. 7.74 ± 1.11 % vs. 7.32 ± 2.08 %, $p < 0.05$; fig. 3/c).

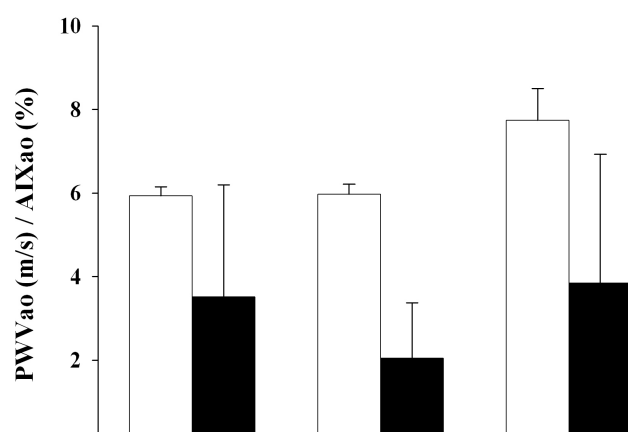
3. a.

1. csoport (11-12 év)

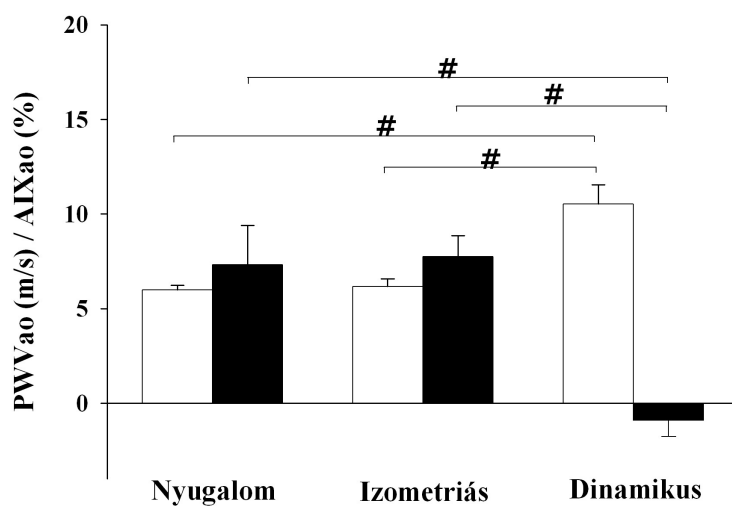


3. b.

2. csoport (13-14 év)



3. csoport (15-16 év)



23. ábra Az aorta pulzushullám terjedési sebesség (PWVao) és az augmentációs index (AIXao) változása nyugalomban, valamint izometriás és dinamikus fizikai terhelés után hatására fiatal kosárlabdázók különböző csoportjaiban. 3.a. ábra = 11-12 év ; 3.b. ábra = 13-14 év ; 3.c. ábra = 15-16 év. (Átlag + SD. ; * = $p < 0.001$; # = $p < 0.005$)

 = AIXao

 = PWVao

6.5. Megbeszélés

Ebben a vizsgálatban 11-16 éves sportolóknál követtük nyomon az akut, izometriás és az egyszeri dinamikus terhelés hatását a centrális artériás stiffness paraméterekre (PWVao, AIXao). A stiffness paraméterek mérése a könnyen alkalmazható, oscillometriás elven működő Arteriográf segítségével nem sokban különbözik egy rutin vérnyomásméréstől, és mindössze 2 percet vesz igénybe. Gyors és fájdalommentes vizsgálati módszer, melyet a gyermekek is kiválóan tolerálnak, és még a kosárlabda pályán is elvégezhető edzés körülmények között.

Vizsgálatunk egyik legfontosabb eredménye, hogy sem a PWVao, sem az AIXao értékekben nincs jelentős különbség az egészséges sportoló és az egészséges önkéntes csoport között. A két csoport életkor szerinti illesztése folytán az életkor artériás stiffnessre gyakorolt hatása elhanyagolható. Másik fontos eredményünk, hogy a PWVao jelentős mértékben növekszik akut, dinamikus terhelés hatására.

Korábbi tanulmányunkban jelentős különbségeket találtunk a 3-18 éves korcsoportban a PWVao, artériás középnyomás és perifériás systolés artériás nyomás tekintetében (30). Érdekes módon, jelen vizsgálatunk során a terhelés hatására bekövetkező systolés vérnyomás-emelkedést nem követte a PWVao hasonló irányú változása. Ennek magyarázatául szolgálhat, hogy fiatal korban a rendkívül rugalmas aortafal miatt a

vérnyomás emelkedése nem okoz következményes stiffness emelkedést (irodalom). Ennek megfelelően, a 10-18 éves kor között megfigyelhető szimultán vérnyomás és PWV_{ao} emelkedés az aorta-rugalmasság fokozatos csökkenésének következménye lehet. Más szerzők korábban bizonyították, hogy az aorta fal szerkezete már egész fiatal életkorban is változik, a fiziológiás „öregedés” rontja az érfal elasztikus tulajdonságait.

Elképzeltető, hogy a 3 és 18 éves kor között megfigyelhető fokozatos vérnyomás-emelkedés növeli az aortafalra kifejtett oldalirányú nyíróerőt. Ez kezdetben, 3 és 8 éves kor között nem jár funkcionális következményekkel, azonban a kompenzációs mechanizmusok 10-12 éves kor között már nem elegendők, amelynek következtében a vérnyomás emelkedése maga után vonja az artériás érfali merevség növekedését.

Az artériás stiffness paramétereket (főként az aorta pulzushullám terjedési sebességet és az aorta augmentációs indexet) gyakran használják az artériafal strukturális és funkcionális változásainak leírására. Prior és munkatársai igazolták, hogy az akut fizikai terhelés során megnövekedő artériás nyomás és nyíróerő növekedési faktorok felszabadulását eredményezi, mely kedvez az érstruktúra emelkedett rugalmasságának (56). A PWV_{ao} főként az aortafal rugalmasságának leírására szolgáló paraméter, melynek értéke egészséges egyéneknél normál tartományban van. Charalambos és munkatársai maraton futókon vizsgálták a teljes táv lefutásának akut és krónikus hatását az artériás stiffness és pulzushullám visszaverődés paramétereire (13). Nyugalmi állapotban maratonfutóknál emelkedett artériás stiffness és nyomás-értékek mérhetőek, míg a hullám-reflexió értékei nem különböznek jelentősen az egészséges populációnál megfigyelhetőkhöz képest. Közleményükben leírták, hogy maraton futás hatására a pulzushullám visszaverődést jelző paraméterek (AIX_{ao}) csökkentek, míg az artériás stiffness paraméterek (PWV) nem változtak (71). A csökkent hullám-visszaverődést a szerzők a muscularis típusú artériák és arteriolák vasodilatációjával magyarázták. Ezen felül, a magasabb szívfrekvencia szintén szerepet játszhatott abban, hogy az AIX_{ao} csökkent.

De Van és munkatársai írták le, hogy a közvetlenül az ellenáram ellenében történő edzést követően megfigyelhető artériás stiffness emelkedés, amelyet a centrális systolés vérnyomás emelkedése kísér (19). Vizsgálatukban fiatal férfiaknál akut terhelést követően az arteria brachialis felett mért systolés nyomás nem változott, viszont a centralis systolés vérnyomás és az artériás stiffness jelentősen emelkedett.

Jelen tanulmányunkban dinamikus fizikai terhelés hatására a perifériás systoles vérnyomás jelentősen emelkedett, míg a diastoles nyomás csökkent vagy változatlan maradt, mely a fiziológias vérnyomás-változás sportolóknál. Az így kalkulált pulzusnyomás változás jellemző rendszeres fizikai tréning alatt lévő egyéneknél. Nyugalmi állapothoz és az isometriás terheléshez képest dinamikus terhelést követően magasabb PWVao értékek voltak mérhetőek, mely emelkedés még kifejezettebbnek bizonyultak idősebb életkorban, a 3-as csoportban (15-16 éves korcsoport). Mindazonáltal úgy gondoljuk, hogy a pulzushullám terjedési sebességet nem kizárólagosan csak a fizikai terhelés befolyásolja. Ezt támasztja alá a fiatal sportolóknál megfigyelhető kiváló aortafal rugalmasság is. Kétségtelen azonban az emelkedett szisztolés vérnyomásnak és szívfrekvenciának jelentős hatása lehet a PWVao-ra, amelyet elsősorban a pulzushullámnak a thoracalis és abdominális aorta szakaszon mérhető rövidebb return time-ja (RT) azaz ezáltal gyorsult sebessége jelképez.

Az augmentatios index (AIX) összetett paraméter, melynek értéke nagymértékben függ számtalan dinamikus változótól, úgymint pulzushullám terjedési sebességtől, bal kamrai kontraktilitástól és a kiserek ellenállásától – vagyis végső soron a perifériás vascularis rezisztenciától. Felnőtt professzionális sportolók esetében az AIXao értéke meghaladja a populációs átlagértéket (70). Vizsgálatunkban a fiatal sportolóknál mért AIXao ($5.34 \pm 1.5\%$) nem különbözött jelentősen az azonos átlagéletkorú önkéntes csoport értékeitől. Fizikai terhelés során a fokozódó nyíróerő következtében felszabaduló NO csökkenti a perifériás rezisztenciát és az AIXao-et. Az általunk vizsgált sportolóknál csak az idősebb (hosszab ideje sportoló) 3-as csoportnál volt megfigyelhető dinamikus terhelést követően az AIXao jelentős csökkenése.

Jelen vizsgálatunkban egy egyszerűen kivitelezhető, oscillometriás elven működő mérési technika segítségével vizsgáltuk az artériás stiffness paraméterek változását. A gyors mérési eljárás lehetővé tette, hogy méréseinket közvetlenül a különböző típusú terheléseket követően, a kosárlabdapályán végezzük. További vizsgálatok szükségesek annak megállapítására, hogy a rövid és hosszú távú edzés pontosan milyen hatással bír az artériás érfali reaktivitást leíró paraméterekre.

A dolgozat új eredményei és megállapításai

1. Az általunk felállított, bemeneti paramétereken alapuló, legrelevánsabb kosárlabda-paramétereket magában foglaló modellnek relatív magas prognosztizáló precizitása van a mérkőzés kimenetelével kapcsolatban. A bemeneti adatok több mint 80%-a helyesen jelzi előre a mérkőzés végső kimenetelét.
2. Bizonyos kosárlabda-paraméterek másként befolyásolják a női, és másként a férfi mérkőzések végkimenetelét, a befolyásuk mértéke is eltérő.
3. A grafikus modellező program segítségével pontosan modellezhetőek a kosárlabda-helyzetek, lehetőséget nyújt az edző által elemzett mozgássor animálására. A program más labdás csapatsportágakra is kiterjeszthető a szükséges sportágspecifikus változtatások elvégzésével.
4. Elsőként állapítottuk meg populációs szűrés során jelentős számú (1802) 3-20 éves fiúk PWVao normál értékeit oscillometriás mérési módszer segítségével.
5. Összehasonlítottuk egészséges önkéntes és sportoló testsúly testmagasság és életkor szerint illesztett 12-16 éves fiúk artériás stiffnes és nyugalmi echokardiográfiás paramétereit.
6. Igazoltuk PWV és AIx stiffnes paraméterek változását egyszeri, akut statikus és dinamikus fizikai terhelés hatására.
7. Igazoltuk az artériás stiffnes paraméterek változásában akut statikus és dinamikus terhelés hatására bekövetkező szignifikáns változásokat a különböző korcsoportok között.

Irodalomjegyzék

1. Abran A., Moore J.W. Guide to the software engineering body of knowledge, Los Alamitos, CA: IEEE Computer Society Press. 2004.
2. Angeli J. Scouting America's Top Basketball Programs, Volume 1, Chapter 2: Software Requirements" 2003.
3. Avolio AP, Chen SG, Wang RP, Zhang CL, Li MF, O'Rourke MF. Effects of aging on changing arterial compliance and left ventricular load in a northern Chinese urban community. *Circulation*. 1983; 68(1): 50-8.
4. Ayer JG, Harmer JA, Marks GB, Avolio A, Celermajer DS Central arterial pulse wave augmentation is greater in girls than boys, independent of height. *J. Hypertension*. 2010; 28:306-313.
5. Ball, R., Beck, J., DeMott R., Deneroff, H., Gerstein, D., Gladstone, F., Knott, T., Leal, A., Maestri, G., Mallory, M., Mayerson, M., McCracken, H., McGuire, D., Nagel, J., Pattern, F., Pointer, R., Webb, P., Robinson, C., Ryan, W., Scott, K., Snyder, A. & Webb, G. Animation Art: From Pencil to Pixel, the History of Cartoon, Anime & CGI. Fulhamm London.: Flame Tree Publishing. 2004.
6. Baulmann J, Schillings U, Rickert S, Uen S, Dusing R, Illyes M, Cziraki A, Nickering G, Mengden T. A new oscillometric method for assessment of arterial stiffness: comparison with tonometric and piezo-electronic methods. *J Hypertens*. 2008; 26(3): 523-8.
7. Bhandari, I., Colet, E. et al. Advanced Scout: Data Mining and Knowledge Discovery in NBA Data. *Data Mining and Knowledge Discovery* 1997; 1(1): 121-125.
8. Blacher J, Asmar R, Djane S, London GM, Safar ME. Aortic pulse wave velocity as a marker of cardiovascular risk in hypertension patients. *Hypertension*. 1999; 33:1111-1117.
9. Booch, G., Rumbaugh, J., Jacobson I. The Unified Modeling Language User Guide (Addison-Wesley Object Technology Series) Chapter II, III Introduction to UML 2 State Machine Diagrams by Scott W. Ambler. 1998.

10. Cabena, P., Hadjinian, P., Stadler R., Verhees J., and Zanasi A. Discovering Data Mining: From Concept to Implementation, Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ 1998.
11. Celermajer DS, Sorensen KE, Gooch VM, Spiegelhalter DJ, Miller OI, Sullivan ID, Lloyd JK, Deanfield JE. Non-invasive detection of endothelial dysfunction in children and adults at risk of atherosclerosis. *Lancet*. 1992; 340(8828): 1111-5.
12. Chang, C. W., S. Y. Lee. "A Video Information System for Sport Motion Analysis". *Journal of Visual Languages and Computing*. 2000; 8(3): 265-287
- 13 .Charalambos Vlachopoulos, Despina Kardara, Aris Anastasakis¹, Katerina Baou,Dimitrios Terentes-Printzios, Dimitris Tousoulis and Christodoulos Stefanadis: Arterial Stiffness and Wave Reflections in Marathon Runners *Am J Hypertens* 2010; 23:974-979.
14. Choo, C. W. The Knowing Organization: How Organizations Use Information to Construct Meaning, Create Knowledge, and Make Decisions". *International Journal of Information Management* 1996;16(5): 329-340
15. Cockburn, A.: Writing Effective Use Cases. Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc.2001.
16. Cox, A.A., Jeffery, K. An experiment in inspecting the quality of usecase descriptions. *Journal of Research and Practice in Information Technology*, 2004, 36(4):211–229.
17. Currie, K.D., Thomas, G.S., Goodman, J.M. Effects of short-term endurance exercise training on vascular function in young males. *Eur J Appl Physiol*.2009, 107:211–218
18. de Divitiis M, Pilla C, Kattenhorn M, Donald A, Zadinello M, Wallace S, Redington A, Deanfield J. Ambulatory blood pressure, left ventricular mass, and conduit artery function late after successful repair of coarctation of the aorta. *J Am Coll Cardiol*. 2003; 41(12): 2259-65.
19. DeVan AE, Anton MM, Cook JN, Neidre DB, Cortez-Cooper MY,Tanaka H. Acute effects of resistance exercise on arterial compliance. *J Appl Physiol*. 2005; 98:2287-2291

20. Dobra, J., Cargill, T., Goff, B., Tollison, R.: "Efficient Markets for Wagers: The Case of Professional Basketball Wagering. In *Sportometrics*", Texas A&M University Press, College Station, TX, 215-249.
21. Edwards DG, Lang JT. Augmentation index and systolic load are lower in competitive endurance athletes. *Am J Hypertens.* 2005; 18(5 Pt 1): 679-83.
22. Edwards DG, Schofield RS, Magyari PM, Nichols WW, Braith RW. Effect of exercise training on central aortic pressure wave reflection in coronary artery disease. *Am J Hypertens.* 2004;17(6): 540-3.
23. Fernandez, E. B. and Hawkins, J. C. Determining role rights from use cases. In *RBAC '97: Proceedings of the second ACM workshop on Role-based access control*, pages 121–125, New York, NY, USA, ACM Press 1997.
24. FIBA - Basketball Statisticians' Manual, 2010
25. Fieitz, L., Scott, D. "Prediction of Physical Performance Using Data Mining". *Research Quarterly for Exercise and Sport* 2003; 74(1): 1-25
26. Graves, K. Myocardial tissue velocities in the normal left and right ventricle: relationship and predictors. *Heart Lung Circulation.* 2004; 13: 367-373.
27. Hand, D., Mannila, H., and Smyth, P. *Principles of Data Mining*, MIT Press, Cambridge, MA 2001.
28. Hansen TW, Staessen JA, Torp-Pedersen C, Rasmussen S, Thijs L, Ibsen H, Jeppesen J. Prognostic value of aortic pulse wave velocity as index of arterial stiffness in the general population. *Circulation.* 2006; 113:664-670.
29. Hickson ss, Butlin M, Graves M, Taviani V, Avolio A, McEniery MC *et al.* The relationship of age regional aortic stiffness and diameter. *J Am Coll Cardiol.* 2010; 3:1247-55.
30. Hidvégi, E., Illyés, M., Benczúr, B., Böcskei, R.M., Rátgéber, L., Lenkey, Zs., Molnár, F.T., Cziráki, A. Reference Values of Aortic Pulse Wave Velocity in a Large Healthy Population aged 3-18 years. *J Hypertension.* 2012; (12)23: 14-21.
31. Horvath IG, Nemeth A, Lenkey Z, Alessandri N, Tufano F, Kis P, Gaszner B, Cziráki A. Invasive validation of a new oscillometric device (Arteriograph) for

measuring augmentation index, central blood pressure and aortic pulse wave velocity. *J Hypertens*. 2010;28(10): 2068-75.

32. Hurlbut, RA survey of approaches for describing and formalizing use-cases. Technical Report 97– 03, Department of Computer Science, Illinois Institute of Technology, USA . 1997.

33. Izsó, L., Tóth, P. "Applying Web-Mining Methods for Analysis of Student Behaviour in VLE Courses", *Acta Polytechnica Hungarica*. 2008; Vol. 5, No. 4, pp. 79-92

34. Josuttis, MN.: *The C++ Standard Library: A Tutorial and Reference*. Addison-Wesley. 2001.

35. Katharine D. Currie, Scott G. Thomas, Jack M. Goodman: Effects of short-term endurance exercise training on vascular function in young males. *Eur J Appl Physiol* 2009; 107:211–218

36. Kis, E., Cseprekal. O., Horvath, Z., Katona, G., Fekete, BC., Hrapka, E., Szabo, A., Szabo, AJ., Fekete, A., Reusz, GS. Pulse wave velocity in end-stage renal disease: influence of age and body dimensions. *Pediatr Res*. 2008, 63(1):95-8.

37. Lang RM, Bierig M, Devereux RB et al: Chamber Quantification Writing Group; American Society of Echocardiography's Guidelines and Standards Committee; European Association of Echocardiography. Recommendations for chamber quantitation: A report from the American Society of Echocardiography's Guidelines and Standards Committee and the Chamber Quantification Group, developed in conjunction with the European Association of Echocardiography, a branch of the European Society of Cardiology. *J Am Soc Echocardiogr*: 2005;18:1440-1463.

38. Liberty J., Jones B.L. Sams Teach Yourself C++ in 21 Days (5th Edition) (Sams Teach Yourself) Chapter 14. Borland C++ Builder 6 Developer's Guide by Jarrod Hollingworth, Bob Swart, Mark Cashman, Paul Gustavson 2004.

39. 34. Litwin, M., Trelewicz, J., Wawer, Z., Antoniewicz, J., Wierzbicka, A., Rajszyś, P., Grenda, R. Intima-media thickness and arterial elasticity in hypertensive children: controlled study. *Pediatr Nephrol*. 2004; 19(7): 767-74.

40. Lyons, K. "Data Mining and Knowledge Discovery", Australian Sports Commission Journals 2. 2005.
41. Maldonado, J., Pereira, T., Polónia, J., Martins, L. Modulation of Arterial Stiffness with Intensive Competitive Training. *Rex Port Cardiol.* 2006; 25(7-8): 709-714.
42. Mancia, G., De Backer, G., Dominiczak, A., Cifkova, R., Fagard, R., Germano, G., Grassi, G., Heagerty, AM., Kjeldsen, SE., Laurent, S., Narkiewicz, K., Ruilope, L., Rynkiewicz, A., Schmieder, RE., Boudier, HA., Zanchetti, A. 2007 ESH-ESC Practice Guidelines for the Management of Arterial Hypertension: ESH-ESC Task Force on the Management of Arterial Hypertension. 2007; *J Hypertens.* 25(9): 1751-62.
43. Marakas, G. "*Modern Data Warehousing, Mining, and Visualization: Core Concepts*". Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ. 2003.
44. Mattace-Raso FU, van der Cammen TJ, Hofman A, van Popele NM, Bos ML, Schalekamp MA et al. Arterial stiffness and risk coronary heart disease and stroke: the Rotterdam study. *Circulation.* 2006; 113:657-63.
45. Mitchell GF, Hwang SJ, Vasan RS, Larson MG, Pencina MJ, Hamburg NM, Vita JA, Levy D, Benjamin EJ. Arterial stiffness and cardiovascular events. The Framingham Heart Study. *Circulation.* 2010; 121:505-511.
46. Napoli C, Glass CK, Witztum JL, Deutsch R, D'Armiento FP, Palinski W. Influence of maternal hypercholesterolaemia during pregnancy on progression of early atherosclerotic lesions in childhood: Fate of Early Lesions in Children (FELIC) study. *Lancet.* 1999; 354: 1234-41.
47. Nilsson PM, Lurbe E, Laurent S. The early life origins of vascular ageing and cardiovascular risk: the EVA syndrome. *J Hypertens.* 2008; 26:1049-1057.
48. Niwa K, Perloff JK, Bhuta SM, Laks H, Drinkwater DC, Child JS, et al. Structural abnormalities of great arterial walls in congenital heart disease: light and electron microscopic analyses. *Circulation.* 2001; 103:393-400.
49. Obradovic, Z., Dordevic, A., Prelevic, B., Maljkovic, B., Vujosevic, D., Pesic, S. *Serbian Basketball Coaches, Book group.* 2008.
50. Oliver, D. "Basketball on paper – Rules and tools for performance analysis", Brassey's, Washington DC. 2005.

51. O'Reilly, N., Knight, P. "Knowledge Management Best Practices in National Sport Organizations". *International Journal of Sport Management and Marketing*. 2007; 2(3), pp. 264-280
52. Ou, P., Celermajer, DS., Raisky, O., Jolivet, O., Buyens, F., Herment, A., Sidi, D., Bonnet, D., Mousseaux, E. Angular (Gothic) aortic arch leads to enhanced systolic wave reflection, central aortic stiffness, and increased left ventricular mass late after aortic coarctation repair: evaluation with magnetic resonance flow mapping. *J Thor & Cardiovasc Surg*. 2008; 135(1): 62-8.
53. Pannier B, Guerin AP, Marchais SJ, Safar ME, London G:Stiffness of capacitive and conduit arteries. *Hypertension* 2005; 45:592-596.
54. Picard, MH., Popp, RL., Weymann, AE. Assesment of left ventricular function by echocardiography: A technique in evolution. *JASE*. 2008; 21: 14-21.
55. Pozzoli, E., Traversi, E., Roelandt, JRTC. Non-invasive estimation of left ventricular filling pressures by Doppler echocardiography. 2002; *Eur J Echocard*. 3: 77-79.
56. Prior, BM., Yang, HT., Terjung, RL. What makes vessels grow with exercise training? *J Appl Physiol* 2004; **97**:1119–1128
57. Ratgeber, L. Play from a Game: (Head Coach). Mizo Pecs 2010, 2007/2008, Mizo Pecs 2010 vs. Euroleasing Sopron
58. Ratgeber L, Lenkey Zs, Németh Á, Erzsébet H, Róbert H, Verzár Zs, Miklós I, Bódis J, Cziráki A:The effect of physical exercise on arterial stiffness parameters in young sportsmen. *Acta Cardiologica* (under second revision) 2014.
59. Reusz, GS., Cseprenkal, O., Temmar, M., Kis, E., Cherif, AB., Thaleb, A., Fekete, A., Szabo, AJ., Benetos, A., Salvi, P:Reference values of pulse wave velocity in healthy children and teenagers. *Hypertension*. 5.2010; 6(2): 217-24.
60. Roman MJ, Devereux RB, Kizer JR, Lee ET, Galloway JM, Ali T et al.: Central pressure more strongly relates to vascular disease and outcome than does brachial pressure. The Strong Heart Study. *Hypertension*. 2007; 50:197-203.

61. Rosario, AS., Kurth, BM., Stolzenberg, H., Ellert, U., Neuhauser, H. Body mass index percentiles for children and adolescents in Germany based on a nationally representative sample (KiGGS 2003-2006). *Eur J Clin Nutr.* 2010;64(4): 341-9.
62. Safar M, Blacher J, Pannier B, Guérin AP, Marchais SJ, Guyonvarc'h PM, London GM. Central pulse pressure and mortality in end-stage renal disease. *Hypertension.* 2002; 39:735-738.
63. Schumaker, R., Solieman, O., Chen, H. "*Sports Data Mining*", Springer 1st edition 2010.
64. Senzaki, H., Akagi, M., Hishi, T., Ishizawa, A., Yanagisawa, M., Masutani, S., et al. Age-associated changes in arterial elastic properties in children. *Eur J Pediatr.* 2002 ; 161:547
65. Simionescu M, Sima AV. Morphology of atherosclerotic lesions. Chapter 2. Pp. 20-37. In: Wick G, Grundtman C. *Inflammation and Atherosclerosis*. Springer-Verlag, Wien, 2012.
66. Solomon, C. *Enchanted Drawings: The History of Animation*. New York.: Random House, Inc. 1989.
67. Stefani, R.: "A Taxonomy of Sports Rating Systems". *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics - Part A.* 1999; 29(1): 116-120.
68. Strong JP, Malcom GT, McMahan CA, Tracy RE, Newman WP, Herderick EE, Cornhill JF, Phil D. for the „Pathological Determinants of Atherosclerosis in Youth Study” Research Group. Prevalence and extent of atherosclerosis in adolescents and young adults. Implications for prevention from the Pathological Determinants of Atherosclerosis in Youth Study. *JAMA.* 1999; 28:727-735.
69. Tedesco, MA., Di Salvo, G., Ratti, G., Natale, F., Calabrese, E., Grassia, C., Iacono, A., Lama, G.: Arterial distensibility and ambulatory blood pressure monitoring in young patients with neurofibromatosis type 1. *Am J Hyperten.* 2001;14(6 Pt 1): 559-66.
70. Urbina, E., Williams, R., Alpert, BS., Collins, RT., Daniels, SR., Hayman, L., Jacobson, M., Mahoney, L., Mietus-Snyder, M., Rocchini, A., Steinberger, J., McCrindle, B. on behalf of the American Heart Association Atherosclerosis, Hypertension, and Obesity in Youth Committee of the Council on Cardiovascular

Disease in the Young Noninvasive Assessment of Subclinical Atherosclerosis in Children and Adolescents: Recommendations for Standard Assessment for Clinical Research: A Scientific Statement From the American Heart Association. *Hypertension* 2009, 54: 919-9501.

71. Vlachopoulos, C., Kardara, D., Anastasakis, A., Baou, K., Terentes-Printzios, D., Tousoulis, D., Stefanadis, C. Arterial stiffness and wave reflections in marathon runners. *Am J Hypertens.* 2010, 9: 974-9. Epub 2010 May 20.

72. Weber, T., Auer, J., O'Rourke, MF., Kvas, E., Lassnig, E., Berent, R., Eber, B. Arterial stiffness, wave reflections, and the risk of coronary artery disease. *Circulation.* 2004; 109: 184–189.

73. Wiegers, KE. *Software Requirements 2: Practical techniques for gathering and managing requirements throughout the product development cycle*, 2nd ed., Redmond: Microsoft Press. 2003.

74. Wiegman A, de Groot E, Hutten BA, Rodenburg J, Gort J, Bakker HD, et al. Arterial intima-media thickness in children heterozygous for familial hypercholesterolaemia. *Lancet.* 2004; 363:369-370.

75. Witten, I. H. & Frank, E. "Data Mining: Practical machine learning tools and techniques, 2nd Edition". Morgan Kaufmann, San Francisco.2005.

76. Wolfers, J. "Point Shaving: Corruption in NCAA Basketball". *AEA Papers and Proceedings.* 2006; 96(2): 279-283.

77. Yang, SY., Chen, PZ., Sun, CH.: "Using Petri Net to Enhance Web Usage Mining", *Acta Polytechnia Hungarica*, Vol. 2007; 4, No. 3, pp. 113-125.

78. Yoon, ES., Jung, SJ., Cheun, SK., Sung Oh, Y., Kim, SH., and Jae, SY: Effects of acute resistance exercise on arterial stiffness in Young Men. *The Korean Society of Cardiology.* 2010, 40: 16-21.

79. Zaca, V., Ballo, P., Galderisi, M., Mondillo, S. Echocardiography in the assessment of left ventricular systolic function: current methodology and clinical application. *Heart Fail Rev.* 2010; 15(1): 23-37.

80. Zhu, W., Zeng, J., Yin, Y., Zhang, F., Wu, H., Shoufu, Y., Wang, S. Both flow-mediated vasodilatation procedures and acute exercise improve endothelial function in obese young men. Eur J Appl Physiol. 2010; 4: 727-32.

81. 66. <http://www.techwhirl.com/techwhirl/magazine/writing/softwarerequirementspecs.html#comment-170>.

82. 67. http://en.wikipedia.org/wiki/Multiple_document_interface

A PhD disszertáció alapjául szolgáló közlemények

Tudományos folyóiratban megjelent publikációk

2011

1. Markoski B, Pecev P, Ratgeber L, Ivkovic M, Ivankovic Z: A New Approach to Decision making on Basketball -BBFBR Program. ACTA POLYTECHNICA HUNGARICA 8:(6) pp. 111-130. (2011) F: 0.385

2012

2. Hidvégi EV, Illyés M, Benczúr B, Böcskei RM, Rátgéber L, Lenkey Z, Molnár FT, Cziráki A: Reference values of aortic pulse wave velocity in a large healthy population aged between 3 and 18 years, JOURNAL OF HYPERTENSION 30:(12) pp. 2314-2321. (2012) IF: 3.806

Független idéző: 7 Összesen: 7

3. Ivkovic M, Pecev P, Markovski B, Ivankovic Z, Ratgeber L: A Soloution for Remote PC Access and Managemnet - R.A.T.S., METALURGIA INTERNATIONAL (BUCUREST) 17:(3) pp. 99-110. (2012) F: 0.134

4. Markoski B, Ivkovic M, Ivankovic Z, Ratgeber L: Applyment of Basketball Board for Decision Making in Player Management, METALURGIA INTERNATIONAL (BUCUREST) 17:(2) pp. 100-110. (2012) F: 0.134

2013

5. Ratgeber L., Markoski B., Pecev P., Lacmanovic D., Ivankovic Z.: Comparative Review of Statistical Parameters For Men'S and Women's Basketball Leagues in Serbia. *Acta Polytechnica Hungarica* Vol.10, No. 6., 151-170. 2013 IF:0.588

2014.

6. Ratgeber L, Lenkey Zs, Németh Á, Erzsébet H, Róbert H, Verzár Zs, Miklós I, Bódis J, Cziráki A: The effect of physical exercise on arterial stiffness parameters in young sportsmen.

Acta Cardiologica (under revision) IF : 0.607

Az összesített impakt faktor: 5,047

Nyomtatásban megjelent absztraktok, konferencia-kiadványok, előadások

2006

1. Ratgeber L: Defending the Pick and Roll, FIBA ASSIST 28:(12) p. &. (2006)

2007

2. Milosevic B, Markoski B, Ratgeber L, Obradovic Z: Primena Statistike u Kosarkaskoj Igri Novosadski Maraton, PHYSICAL CULTURE 61:(1) p. &. (2007)

2009

3. Ratgeber L: Developing the Youth Basketball (Delivery lecture).International Sport Congress, Budapest, Semmelweis University, 03.11.2009. (2009)
4. Rátgéber L: Fanatizálás, meccselés, taktikázás felsőfokon. Mágusok a Küzdőtéren - Somogyi Sport Szabadegyetem XIII. Konferenciája, Kaposvár, 2009.12.12. (2009)

2011

5. Markoski B, Pecev P, Ratgeber L, Ivkovic M, Ivankovic Z: Appliance of Neural Networks in Basketball Board for Basketball Referees. 12th IEEE International Sympososium on Computational Intelligence and Informatics, Budapest, 21-22 .11 .2011. (2011)
6. Markoski B, Nemec P, Milosevic Z, Ratgeber L, Pecev P: Presentation of Statistic in Play by Play. International Conference of Management in Sport, Alpha University, Belgrade, 20-21.05.2011. (2011)
7. Ratgeber L: Basketball Board. International Conference on Information and Communication Technologies for Small and Medium Enterprises, Venue, Serbia, 22.09. 2011. 2011. (2011)

2012

8. Markoski B, Pecev P, Lacmanovic D, Ivkovic M, Ratgeber L: Appliance of neural networks for defining movement paths for basketball players In: International Symposium "Energetics 2012". Konferencia helye, ideje: Ohrid, Macedónia, 2012.10.04-2012.10.06. Ohrid: pp. 959-964.

2013

9. Melczer Cs, Rátgéber L, Szőts G, Szmodis M, Karsai I, Ács P: Az agresszió megjelenésének mértéke rendszeresen sportoló gyermekek körében. MAGYAR SPORTTUDOMÁNYI SZEMLE 14:(2 (54)) pp. 40-41. (2013)
10. Ratgeber L, Arsosvski S, Pecev P, Markoski B, Lacmanovic D: Semantically- oriented unique access point based on SOA In: Anikó Szakál (szerk.) ICC 2013, *Proceedings of IEEE 9th International Conference on Computational Cybernetics*. Konferencia helye, ideje: Tihany, Magyarország, 2013.07.08-2013.07.10. Tihany: IEEE Hungary Section, 2013. pp. 73-76.

(ISBN:978-1-4799-0061-9; 978-1-4799-0060-2)

Köszönetnyilvánítás

Szeretnék köszönetet mondani Dr. Branko Markoskinak, aki sportvezetőként edzőkarrierem elején a statisztika felé irányította a figyelmemet. Akkor egy azóta több mint húsz éves szakmai együttműködés kezdődött, ő a kosárlabda statisztika informatikai, én a szakmai háttérén dolgoztam. Branko Markoski statisztikáit használják olyan magasan jegyzett kosárlabda bajnokságokban, mint a spanyol férfi bajnokság vagy az Adria Liga. Szintén ő volt az a személy, aki nélkül nem indultam volna el tudományos pályán, ő motivált éveken át, hogy a sportszakmai eredményeim tudományos háttérén is dolgozzak.

Szeretném megköszönni Prof. Dr. Bódis József, a PTE rektorának és az Egészségtudományi Doktori Iskola vezetőjének a szakmai támogatást, Dr. Verzár Zsófia programvezetőnek az útmutatást. Dr. Cziráki Attilának a legnagyobb köszönettel tartozok, külön megtiszteltetés és büszkeség az, hogy a kutatásokat olyan mérőeszközzel végeztünk, mely Pécsen, a Szívgyógyászati Klinikán folyó legmagasabb szintű tudományos munka eredménye.

Köszönöm Prof. Dr. Nagy Judit egyetemi tanár támogatását és a disszertáció elkészítése során nyújtott segítségét és hasznos tanácsait. Köszönöm Dr. Hidvégi Erzsébet gyermekorvosnak a pulzushullám terjedési sebesség referencia értékeinek meghatározása során nyújtott nélkülözhetetlen segítségét.

Köszönöm a segítséget a Rátgéber Kosárlabda Akadémia edzőinek és sportoló gyermekeinek, nélkülük a kutatás nem jöhetett volna létre. Köszönöm, hogy inspiráltak tudományos munkámban, remélem, kutatási eredményeink hozzájárulnak majd az itt sportoló gyermekek egészségéhez és sportszakmai fejlődéséhez is.

Nem utolsó sorban szeretném megköszönni a családomnak a kitartó támogatást, türelmet és megértést, melyet tudományos munkám során felém tanúsítottak.

7. sz. melléklet

DOKTORI ÉRTEKEZÉS BENYÚJTÁSA ÉS NYILATKOZAT A DOLGOZAT
EREDETISÉGÉRŐL

Alulírott

név: Rátgéber László.....
 születési név: Rátgéber László.....
 anyja neve: Pavlik Júlia.....
 születési hely, idő: Újvidék, 1966.10.11.....
 Új informatikai, adatelemzési módszerek alkalmazása és a kardiovaszkuláris reaktivitást
 jellemző paraméterek vizsgálata kosárlabdázók fizikai terhelése során című doktori
 értekezésemet a mai napon benyújtom a
 Pécsi Tudományegyetem Egészségtudományi Kar

Egészségtudományi Doktori Iskola

Kardiovaszkuláris Egészségtudomány Programjához/témacsoportjához

Témavezető(k) neve:

Dr. Cziráki Attila

Prof. Dr. Bódis József

Egyúttal nyilatkozom, hogy jelen eljárás során benyújtott doktori értekezésemet
 - korábban más doktori iskolába (sem hazai, sem külföldi egyetemen) nem nyújtottam
 be,
 - fokozatszerzési eljárásra jelentkezésemet két éven belül nem utasították el,
 - az elmúlt két esztendőben nem volt sikertelen doktori eljárásom,
 - öt éven belül doktori fokozatom visszavonására nem került sor,
 - értekezésem önálló munka, más szellemi alkotását sajátomként nem mutattam be, az
 irodalmi hivatkozások egyértelműek és teljesek, az értekezés elkészítésénél hamis vagy
 hamisított adatokat nem használtam.

Dátum:

.....

doktorjelölt aláírása